# STATISTIK DES WÄRMEBEDARFES IN NEUEREN KRANKENANSTALTEN.

---

## INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT DER
FRIEDRICH-ALEXANDERS-UNIVERSITÄT ERLANGEN

VORGELEGT VON

**LUDWIG DIETZ**
AUS SIEVERSDORF.

---

*Tag der mündlichen Prüfung: 11. März 1912.*

---

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

MÜNCHEN.
BUCHDRUCKEREI VON R. OLDENBOURG.
1912.

192

Meinen Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543504_0105

# Literatur.


Conrad, Grundriß zum Studium der politischen Ökonomie, 4. Teil: Statistik. Verl. Gust. Fischer, Jena. 1910.

Josse, Neuere Kraftanlagen. Verl. R. Oldenbourg, München. 1911.

Vetter, Das Bad der Neuzeit und seine historische Entwicklung. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart und Leipzig. 1904.

Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder. Herausgegeben vom geschäftsführenden Ausschuß, Berlin.

Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen. Verl. Julius Springer, Berlin. 1909.

O. Krell sen., Abkühlung von Gebäuden. Zeitschrift »Gesundheits-Ingenieur«, Jahrg. 1907, Nr. 1. Verl. R. Oldenbourg, München.

Tilly, Über die Rentabilität der Zentralheizungen. Verl. R. Oldenbourg, München. 1910.

Kuhn, Krankenhäuser. Handbuch der Architektur, 4. Teil, 5. Halbband. 1908.

Grober, Das Deutsche Krankenhaus; Handbuch für Bau, Einrichtung und Betrieb der Krankenanstalten. Verl. Gust. Fischer, Jena. 1911.

Dietz, Technische Energieversorgung der Krankenhäuser. (Aus Grober, Das Deutsche Krankenhaus). Verl. Gust. Fischer, Jena. 1911.

Rubner, Lehrbuch der Hygiene. Verl. Deuticke, Leipzig und Wien. 1907.

Prausnitz, Atlas und Lehrbuch der Hygiene. Lehmanns Verlag, München. 1909.

# Inhalt.


Seite

I. Einleitung . . . . . 9
1. Die Bedeutung der statistischen Methoden für die Technik im allgemeinen . . . . . 9
2. Notwendigkeit einer Statistik des Energiebedarfes in Krankenanstalten . . . . . 12
II. Erhebung des statistischen Materiales für den Wärmebedarf in Krankenanstalten 13
3. Stellung der Aufgabe . . . . . 13
a) Zusammensetzung des Wärmebedarfes . . . . . 14
b) Diskussion der Bedingungen für die Erhebung. . . 16
c) Schaffung der Vergleichsbasis . . . . . 17
4. Ordnung und Darstellung des Erhebungsmateriales. . 18
a) Aufstellung der Tabellen . . . . . 18
b) Graphische Darstellung . . . . . 18
III. Die Wertung des gewonnenen Materiales 19
5. Größe der Krankenanstalten . . . . . 19
a) Die Häuserzahl . . . . . 19
b) Die Bebauungsfläche . . . . . 33
6. Die Größe des Wärmebedarfes . . . . . 34
a) Ableitung der analytischen Beziehung zwischen Wärmebedarf und Bettenzahl . . . . . 34
b) Die Gleichungen des Wärmebedarfes. . . . . 36
IV. Schlußfolgerungen . . . . . 40

# I. Einleitung.

## 1. Die Bedeutung der statistischen Methoden für die Technik im allgemeinen.

Die Technik ist in ihrem Schaffen von der handwerksmäßigen Empirie allmählich zu den wissenschaftlichen Methoden übergegangen. Das Hauptanwendungsgebiet ist hier der experimentellen und theoretischen Physik vorbehalten. Es gibt jedoch gewisse technische Probleme, die sich auf diesem Wege allein nicht lösen lassen, sondern die Notwendigkeit von systematisch durchgeführten Massenbeobachtungen an ausgeführten technischen Anlagen erheischen. In der Tat wird deshalb auch die Statistik mehr und mehr für die Zwecke der Technik herangezogen.

Man kann auf technischem Gebiete zwei große Gruppen für die Anwendung der Statistik unterscheiden. Auf der einen Seite sind es umfassende Erhebungen rein volkswirtschaftlicher Art, z. B. über die Kohlenproduktion, die Eisenindustrie, den Gasverbrauch, die Elektrizitätserzeugung, die Verwendung von Dampfkesseln usw.; hier ähnelt die Erhebungsmethode derjenigen der Bevölkerungsstatistik (Bewegungszählung). Auf der andern Seite handelt es sich um die Gewinnung von Erfahrungszahlen zum Zwecke der Berechnung von technischen Anlagen, zur Vorausberechnung der Rentabilität von technischen Betrieben, zur Bestimmung der Größenverhältnisse derselben usw.; dann ist das Verfahren der Statistik ähnlich demjenigen der experimentellen, naturwissenschaftlichen Methoden, weil es nur nötig ist, gewisse Gruppen aller vorhandenen Anlagen statistisch zu untersuchen, um zu einem brauchbaren Resultate zu gelangen

(Bestandszählung). Diese letztere Art interessiert uns besonders im Rahmen der vorliegenden Arbeit.

Deshalb mögen hier einige Beispiele zur Erläuterung angeführt werden:

Auf dem Gebiete des Wärmekraftmaschinenbaues hat Josse aus der wärmetechnischen Untersuchung einer größeren Anzahl von Privatkraftanlagen[1]) im praktischen Betriebe Zahlenresultate über die Wärmeausnutzung, den eingetretenen Brennstoffverbrauch und die Betriebskosten gewonnen, die, nach Schaffung einer Vergleichsbasis graphisch dargestellt, einen sicheren Schluß auf die zu erwartende Rentabilität von neuen Privatkraftwerken gestatten.

Von außerordentlichem Nutzen für die Entwicklung der Warmbadeanstalten sind ferner die mit großem Fleiße von Leo Vetter gesammelten und in vielen Tabellen zusammengestellten Zahlen[2]) über das Anlagekapital von Badeanstalten über die Benutzung der verschiedenen Arten von Bädern, über die Frequenz und Rentabilität von Hallenschwimmbädern, über die Bäderpreise in den verschiedensten Städten usw. geworden. Auf dem gleichen Gebiete betreibt auch die »Deutsche Gesellschaft für Volksbäder« seit einer Reihe von Jahren eine eifrige Statistik[3]), die sehr wertvolle Anhaltspunkte für den Bau neuer Badeanstalten liefert.

Solcher Beispiele ließen sich noch eine ganze Reihe aufführen, aus denen die Bedeutung der Statistik für rein technische Zwecke klar hervorgeht. Leider mangelt einem großen Teile dieser Statistiken die methodische Schulung; sie stellen oft ein fleißig zusammengetragenes Zahlenmaterial dar, ohne den Versuch einer vergleichenden Systematik zu bieten, ohne

---

[1]) Josse, Neuere Kraftanlagen. Eine technische und wirtschaftliche Studie, auf Veranlassung der Jagor-Stiftung der Stadt Berlin bearbeitet. Verl. R. Oldenbourg, München-Berlin. 1911.

[2]) Leo Vetter, Das Bad der Neuzeit und seine historische Entwicklung. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart und Leipzig. 1904.

[3]) Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder. Herausgegeben vom geschäftsführenden Ausschuß, Berlin.

den Zusammenhang von Ursache und Wirkung klarzulegen, ohne also eine wissenschaftliche Wertung des gesammelten Materiales zu versuchen.

Auf dem Sondergebiete des Heizungswesens, dem die folgende Arbeit dienen soll, ist bisher so gut wie gar nichts nach der angedeuteten Richtung geschehen, obgleich gerade hier das dringende Bedürfnis vorliegt, manche Fragen z. B. wärmewirtschaftlicher Natur durch exakte statistische Methoden zu klären. Immerhin können auch hier einige Beispiele statistischer Forschung angeführt werden: So hat Rietschel[1]) auf Grund der gesammelten Betriebsergebnisse von etwa 25 Kirchenheizungen eine Formel abgeleitet, mit deren Hilfe der Wärmebedarf von Kirchen nach der zulässigen Anheizdauer bestimmt werden kann. Die Abkühlung von Gebäuden hat O. Krell sen.[2]) auf statistischem Wege durch messende Beobachtung einer großen Reihe von Bauten untersucht. Er ist dabei auf ein Gesetz gekommen, durch dessen Anwendung sich eine Anzahl Aufgaben lösen lassen, die ohne die Kenntnis des Abkühlungsgesetzes der rechnerischen Behandlung unzugänglich wären. In neuerer Zeit hat ferner Tilly[3]) einen erfreulichen Anlauf genommen, indem er die statistische Methode in den Dienst der Untersuchung von einigen ausgeführten Fernheizungen von Heilanstalten stellte und das gewonnene Erhebungsmaterial wissenschaftlich ausbeutete.

Durch die immer zunehmende Anwendung der zentralen Heizungs- und Ventilationsanlagen ist der wissenschaftlichen Statistik ein dankbares Feld zur Klärung so mancher Streitfragen geöffnet.

[1]) Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen. Verl. Jul. Springer, Berlin. 1909.

[2]) O. Krell sen., Abkühlung von Gebäuden. Zeitschrift »Gesundheits-Ingenieur«, Jahrg. 1907, Nr. 1. Verl. R. Oldenbourg, München.

[3]) Tilly, Über die Rentabilität der Zentralheizungen. Verlag R. Oldenbourg, München. 1910.

Durch die folgende Arbeit wird versucht, eine vielfach empfundene Lücke auf diesem Gebiete bei der Projektierung der wärmetechnischen Anlagen von Krankenanstalten durch eine statistische Untersuchung auszufüllen.

## 2. Notwendigkeit einer Statistik des Energiebedarfes in Krankenanstalten.

Die Erbauung und Unterhaltung von Krankenanstalten liegt größtenteils den Gemeinden ob, erst in zweiter Linie kommen der Staat und Private. In jedem Falle aber stellt der Bau einer modernen Krankenanstalt hohe Anforderungen an die Erfahrung und das Können der ausführenden Organe. Dabei ist es gleich beim Vorentwurf von besonderer Wichtigkeit, für eine bestimmte Bettenzahl und vielfach auch für bereits vorzusehende Erweiterungsbauten auf möglichst einfache Weise die voraussichtlichen Baukosten und den Jahresetat mit sicherer Annäherung angeben zu können, ohne daß erst nach Anfertigung der speziellen Pläne langwierige Durchrechnungen angestellt werden müssen, die immer mit erheblichen Opfern an Zeit und Geld verbunden sind. Um hier durch Schätzung zu brauchbaren Werten zu gelangen, ist man auf den Vergleich mit schon anderwärts ausgeführten, ähnlichen Krankenanstalten angewiesen. In der Tat liefern auch teils die Erfahrung der Baubeamten, teils Erkundigungen, teils Studienreisen der Baukommissionen und endlich Voranschläge der Architekten und Ingenieure sowie der befragten Firmen meistens das nötige Material zur Abschätzung der Kosten. Dieses Verfahren ist aber, wie gesagt, sehr zeitraubend. Ferner sind in verschiedenen Bauhandbüchern[1]) pauschale Zahlenangaben vorhanden, die indessen vielfach schon veraltet und auch sonst ungeeignet sind, um als sichere Grundlage für die Ausführung zu dienen. Denn entweder wurden bei ihrer Aufstellung die Erfahrungen einer zu geringen Anzahl von Krankenanstalten zugrunde gelegt, oder aber die zu-

[1]) Handbuch der Architektur, Kuhn, Krankenhäuser. 4. Teil, 5. Halbband.

sammengestellten Werte weichen in ihren Angaben allzusehr voneinander ab, wobei auch oft versäumt wurde, die zugrunde liegenden Verhältnisse genau klar zu legen.

Es erschien deshalb dem Verfasser als eine Notwendigkeit, wenigstens auf dem von ihm vertretenen Gebiete des Heizungswesens die vorhandene Lücke durch Aufstellung einer neuen Statistik auszufüllen. Die Veranlassung dazu ergab sich gelegentlich der Ausarbeitung des Abschnittes über die »Technische Energieversorgung der Krankenanstalten«, die der Verfasser für das im Sommer 1911 erschienene Handbuch von Professor Dr. Grober übernommen hatte.[1])

---

## II. Erhebung des statistischen Materiales für den Wärmebedarf in Krankenanstalten.

### 3. Stellung der Aufgabe.

Ursprünglich war beabsichtigt, eine Statistik über den Gesamtbedarf an technischer Energie — Wärme, Licht, Kraft — in ausgeführten Krankenbauten zu veranstalten. Dieser Plan mußte jedoch — weil von einzelner, privater Seite unternommen — bald als undurchführbar aufgegeben werden. Denn auf die im Sommer 1910 veranstaltete Rundfrage bei Verwaltungen liefen so außerordentlich mangelhafte Angaben ein, daß es nicht möglich war, eine auch nur einigermaßen beachtenswerte Zusammenstellung zu bieten. Der Grund hierfür liegt, wie aus einigen Antworten zu entnehmen ist, einesteils darin, daß die meisten Verwaltungen noch nicht die notwendige Betriebskontrolle über die technischen Anlagen ausüben und deshalb jegliche Aufzeichnungen über den Energieverbrauch unterlassen; andernteils empfinden es

---

[1]) Grober, Das Deutsche Krankenhaus; Handbuch für Bau, Einrichtung und Betrieb der Krankenanstalten (S. 257—341). Verlag Gustav Fischer, Jena. 1911.

manche Verwaltungen überhaupt als lästig, an einer Statistik mitzuarbeiten, deren Wert sie nicht schätzen. Deshalb mußte die Aufgabe enger gefaßt und auf eine Statistik des Wärmebedarfes beschränkt werden. Auch wurde aus den genannten Gründen auf die Sammlung von Betriebsergebnissen verzichtet, vielmehr wurden die den Projekten ausgeführter Krankenanstalten zugrunde gelegten Zahlen über den Wärmebedarf gesammelt.

Die nach dieser Richtung ergänzte, bei industriellen Firmen und bei Stadtverwaltungen veranstaltete Rundfrage lieferte alsdann das im folgenden mitgeteilte Material. Letzteres hat jedoch nicht etwa nur theoretischen Wert, es gibt vielmehr jene Zahlen, die der praktischen Ausführung von Krankenanstalten als Grundlage gedient haben, nach denen also die Größenverhältnisse und die Ausdehnung der wärmetechnischen Einrichtungen bemessen worden sind.

Immerhin muß betont werden, daß die Sammlung und wissenschaftliche Sichtung von Angaben über die erzielten Betriebsresultate von Krankenantsalten von besonderer Wichtigkeit für eine vergleichende Wirtschaftlichkeit der einzelnen Betriebe sein würde. Soviel mir bekannt, plant die »Vereinigung von Verwaltungsingenieuren des Heizungsfaches« die Durchführung einer ähnlichen Aufgabe.

### a) Zusammensetzung des Wärmebedarfes.

Der in Krankenanstalten auftretende Wärmebedarf setzt sich aus vier Teilen zusammen:

1. Aus der für Raumheizung aufzuwendenden Wärmemenge. Es muß ständig diejenige Wärme, die während der Heizperiode durch Abkühlung der Umfassungswände verloren geht, durch entsprechenden Aufwand an Heizung wieder ersetzt werden. Dabei wird, abgesehen von besonders kalter Witterung ausgesetzten Gegenden, in Deutschland eine tiefste Außentemperatur von — 20° C der Berechnung zugrunde gelegt. Als Innentemperaturen werden gewöhnlich angenommen:

für Kranken- und Tageräume mit den anstoßenden Korridoren . . . . . 19—20° C
» Wasch- und Baderäume . . . . . 22° C
» Operationssäle . . . . . 25° C
» sonstige Korridore, Nebenräume usw. . 15—18° C[1]);

2. aus der für die Ventilation aufzuwendenden Wärmemenge. Das ist die zur Erwärmung der Ventilationsluftmengen auf Raumtemperatur und zur Erzeugung des Auftriebes notwendige Wärme. Der stündliche Luftwechsel sollte nach den Forderungen der Hygiene im allgemeinen betragen: für Erwachsene 65 bis 80 cbm pro Kopf und Stunde, für Kinder 35 bis 70 cbm pro Kopf und Stunde, für Korridore, Treppen und Nebenräume den ein- bis zweimaligen Rauminhalt pro Stunde. Der volle Luftwechsel sollte dabei bis herab zu — 10° C, für Lungenkranke bis — 20° C durchführbar sein[1]);

3. aus der zur Warmwasserbereitung erforderlichen Wärmemenge. Überall in der unmittelbaren Umgebung von Kranken muß genügend warmes Wasser für den körperlichen Bedarf, zum Waschen, Baden, Gurgeln, für Wärmflaschen, Wäschewärmer usw. augenblicklich zur Verfügung stehen. Zu diesem Zwecke sollten alle Krankenräume, die Spül- und Waschbecken sowie die Teeküchen in den Krankenstationen neben der Kaltwasserentnahme stets auch Warmwasserzapfhähne besitzen. Ferner kommt hauptsächlich warmes Wasser zur Verwendung in den meisten, besonderen Zwecken dienenden Gebäuden, wie Badeanstalt, Operationshaus, Wasch-, Spül- und Kochküche, Leichenhaus, Laboratorien usw.

Inwieweit auch die übrigen Räume, z. B. das Verwaltungsgebäude, Schwesternhaus und Beamtenwohnhaus in größeren Anstalten mit warmem Wasser zu versehen sind, das hängt jeweils von den verfügbaren Mitteln ab. Zu empfehlen ist natürlich die Ausdehnung der Warmwasserberei-

[1]) Siehe Grober, Das Deutsche Krankenhaus. Dietz, Technische Energieversorgung.

tungsanlagen auch auf alle Gebäude und Räume, die nicht unmittelbar dem Krankenbetriebe dienen, wie Wohnungen der Ärzte, Schwesternhaus usw., die auch mit Badeeinrichtungen auszustatten sind, stets, da die Annehmlichkeit der Warmwasserbenutzung viel zur Infektionsverhütung und zur Dienstfreudigkeit des Anstaltspersonales beiträgt[1]);

4. aus der Wärmemenge für den Apparatebetrieb, d. h. für die Desinfektion, Sterilisation, Dampfkochküche, Dampfwäscherei, Wärmeschränke, Trockenapparate usw.

Der Wärmebedarf für Heizung und Ventilation tritt im Winter auf, der für Warmwasserbereitung und Apparate ist während des ganzen Jahres vorhanden. Als Einheitsmaß für die Wärmemengen gilt die Wärmeeinheit[2]) pro Stunde.

### b) Diskussion der Bedingungen für die Erhebung.

Um ein getreues Bild von dem Wärmeerfordernis in Krankenanstalten zu bekommen, mußte zunächst eine genügend große Zahl solcher Anstalten der statistischen Untersuchung unterworfen werden. Da sich ferner die Ansprüche der Hygiene im Verlaufe der Jahre ganz erheblich ändern, so mußten veraltete Krankenanstalten vom Vergleich ausgeschlossen bleiben. Die in der vorliegenden Abhandlung niedergelegten statistischen Erhebungen beziehen sich deshalb auf rund 80 Krankenanstalten der verschiedensten Größe, die meistens im Laufe der letzten zehn Jahre erbaut worden sind. In Rücksicht auf möglichst einheitliche klimatische Verhältnisse wurde die Erhebung auf deutsche Krankenanstalten beschränkt; eine einzige fremde Anstalt — die von Graz — wurde wegen ihrer Größe und Bedeutung ausnahmsweise aufgenommen. Die Zahl der untersuchten Anstalten ist freilich

[1]) Siehe Grober, Das deutsche Krankenhaus. Dietz, Technische Energieversorgung.

[2]) 1 Wärmeeinheit (WE) ist diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, 1 kg Wasser von Raumtemperatur um 1° C zu erwärmen.

im Verhältnis zu der Anzahl der überhaupt vorhandenen Anstalten nicht groß; immerhin befinden sich darunter die bedeutendsten neueren Krankenanstalten Deutschlands — auch die größten —, und es dürfen deshalb die hier niedergelegten Werte und die aus ihnen gezogenen Schlußfolgerungen wohl einigen Anspruch auf Brauchbarkeit erheben.

Bei der außerordentlich großen Verschiedenheit in der Bauweise, bei der Mannigfaltigkeit der Aufgaben, denen die Krankenhäuser zu genügen haben, und bei den daraus folgenden großen Abweichungen in den technischen Einrichtungen war es zunächst überhaupt nicht zu erwarten, daß sich eine gewisse Gesetzmäßigkeit in bezug auf den Wärmebedarf finden ließe. Erschwerend kommt hier noch hinzu die Abhängigkeit der Anstalten von gegebenen äußeren Bedingungen, besonders von klimatischen Verhältnissen, ferner die Größe der Krankenanstalten selbst und endlich die durchaus nicht einheitlichen Ansprüche in hygienischer Beziehung.

### c) Schaffung der Vergleichsbasis.

Wenn trotzdem eine Ordnung und Inbeziehungsetzung des erhobenen Zahlenmateriales versucht werden sollte, so mußte zuerst die Vergleichsbasis gefunden werden. Als solche ergab sich zwanglos die Bettenzahl. Es fragte sich nur, ob die augenblickliche Belegziffer, die während der Erhebung gerade vorhanden war, als Vergleich zu dienen habe, oder aber die feststehende Bettenzahl, für welche die betreffende Anstalt gebaut wurde. Aus den bereits im Abschnitte II, 3 dargelegten Gründen mußte die letztere Zahl — wir wollen sie die »Sollbelegung« nennen — als Vergleich gewählt werden.

Übrigens hätte auch die Häuserzahl als Vergleichsmaßstab in Betracht gezogen werden können; jedoch wurde diese sofort aufgegeben, weil sie für den vorliegenden Zweck zu grob ist. Immerhin war es interessant, den Einfluß der Häuserzahl zu studieren. Deshalb wurde sie in die Statistik mit aufgenommen, und zwar als Gesamtzahl, d. h. die Häuserzahl einschließlich des Verwaltungsgebäudes, des Kesselhauses, der Wirtschaftsgebäude usw. Diese Einbeziehung war deshalb

notwendig, weil viele kleine Anstalten überhaupt nur aus einem Hause bestehen, in dem alle Neben- und Wirtschaftsabteilungen untergebracht sind.

### 4. Ordnung und Darstellung des Erhebungsmateriales.

#### a) Aufstellung der Tabellen.

Für die sichere Einschätzung der einzelnen Krankenanstalten und zur besseren Beurteilung des jeweiligen besonderen Falles waren noch einige Nebenumstände in die Zusammenstellung mit einzubeziehen, wie: das Jahr und der Ort der Erbauung der Anstalt, die Art und Größe der Heizung, der Fernleitungen und Kesselanlagen, das Ventilationssystem, der Luftwechsel in cbm pro Stunde, die Temperaturen, bei denen der Luftwechsel stattfinden soll, ferner die Kosten der Anlage, der Preis pro Krankenbett und pro Wärmeeinheit und endlich die herstellende Industriefirma.

Alle diese absoluten Angaben sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt, wobei die Ordnung nach der Bettenzahl vorgenommen wurde.

Zu diesen Zahlentafeln sei noch bemerkt, daß die eingeklammerten Zahlen, die sich fast ausschließlich auf die Berücksichtigung der in den Einsendungen verschiedentlich fehlenden Wärmemengen für Lüftungszwecke beziehen, vom Verfasser dort ergänzend eingefügt worden sind, wo sich eine annähernde Berechnung oder sichere Schätzung auf Grund der sonstigen Angaben (z. B. »Abluftkanäle vorhanden«, »Lüftung bis $-5^0$ C«, usw.) oder vereinzelt auf Grund der mittleren gefundenen Kurve durchführen ließ. Sämtliche Wärmemengen der Zahlentafel sind die maximalen, der Ausführung der Anlagen zugrunde gelegten Zahlen, nicht etwa die im späteren Betriebe festgestellten Verbrauchsziffern.

#### b) Graphische Darstellung.

Eine bessere Übersicht gewähren die Graphika[1]) Fig. 1 bis 3, in denen über den Bettenzahlen als Abszissen die stünd-

[1]) Siehe die drei Tafeln am Schlusse der Abhandlung.

lichen Wärmemengen als Ordinaten aufgetragen sind. Die Unterscheidung der einzelnen Wärmemengen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Apparatebetrieb hat durch entsprechende verschiedene Strichelung der Linien stattgefunden. Durch Verbindung der Endpunkte ergaben sich die statistischen Kurven.

## III. Die Wertung des gewonnenen Materiales.

Unsere Aufgabe wäre unvollständig gelöst, wenn wir uns mit der vorstehenden Zusammenstellung und Ordnung des absoluten Erhebungsmateriales begnügt hätten. Es waren vielmehr die gewonnenen statistischen Daten untereinander in Beziehung zu setzen, es war eine etwa vorhandene Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen aufzusuchen und zu begründen und womöglich ein analytisches Gesetz für dieselbe abzuleiten.

Vielfach hat man in der Praxis sog. Erfahrungswerte, mit denen man die Bettenzahl multipliziert, um den Energiebedarf zu erhalten. Hiedurch wäre also der Energiebedarf einfach proportional der Bettenzahl. Daß aber diese Annahme falsch oder doch nur innerhalb sehr enger Grenzen und nur für Anstalten von ungefähr gleicher Größe zutreffend sein kann, soll aus den folgenden Betrachtungen klar werden.

### 5. Die Größe der Krankenanstalten.

Die Größe des Energiebedarfes einer Krankenanstalt ist abhängig von dem Umfang der letzteren, und dieser wiederum ist bestimmt durch die Häuserzahl und die Größe der Bebauungsfläche.

#### a) Die Häuserzahl.

Eine der hauptsächlichsten Ursachen für die Unbestimmtheit der genauen Größe des Energiebedarfes von Krankenanstalten lediglich auf Grund der angenommenen Bettenzahl

**Maximaler stündlicher Wärmebedarf *) für Heizung, Ventilation, Warmwasserbereitung und Krankenanstalten**

*) Die in der folgenden Zahlentafel eingeklammerten Zahlen beruhen auf Berechnungen

| Nr. | Jahr | Ort | Bezeichnung | Zahl der Häuser | Kranken-betten | Heizung | | | Ver |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | System in den Gebäuden | Fern-leitung | Kesselanlage | System |
| 1 | 1906 | Göttingen | Septische Baracke d. Univ.-Frauenklin. | 1 | 10 | W. W. H. | — | 1 Strebelkessel 6 qm für Heizung | Schwerkraft |
| 2 | 1909 | Schubin | Kreiskranken-haus | 1 | 10 | W. W. H. | — | — | Abluft |
| 3 | 1910 | Königs-berg | Ohrenklinik der Universität | 1 | 13 | W. W. H. | — | — | Abluft |
| 4 | 1907 | Marne | Krankenhaus | 1 | 18 | W. W. H. | — | 1 Strebelkessel 8 qm | Schwerkraft |
| 5 | 1903 | Wands-beck | Städt. Krankenhaus Kinderbarake | 1 | 18 | W. W. H. | — | 1 Strebelkessel | Schwerkraft |
| 6 | 1907 | Göttingen | Mediz. Klinik, Ab-sonderungsbaracke | 1 | 19 | W. W. H | Dampf 2,5 Atm. | vorhandene Anlage | Fenster-lüftung |
| 7 | 1905 | Berlin | Baracke des Elisabethkrankenh. | 1 | 20 | W. W. H. | — | — | Abluft |
| 8 | | Göttingen | Kinderklinik | 1 | 20 | W. W. H. | — | 3 Strebelkessel zus. 20 qm | Fenster-lüftung |
| 9 | | München | Irrenanstalt im Garnisonlazareth | 1 | 22 | W. W. H. | — | Gußgliederkessel 8 qm für Heizung | — |
| 10 | | Pfaffen-hausen | Krankenhaus | 1 | 22 | W. W. H. | — | Gußglieder-kessel 15 qm | Schwerkraft |
| 11 | 1910 | Friedberg | Krankenhaus | 1 | 30 | N. D. H. | — | — | Abluft |
| 12 | 1909 | Culmsee | Kreiskranken haus | 1 | 32 | W. W. H. | — | — | Abluft |
| 13 | | Mindel-heim | Krankenhaus | 1 | 34 | W. W. H. | — | Gußglieder-kessel 20 qm | Schwerkraft |
| 14 | | Kufstein | Neues Krankenhaus | 1 | 40 | N. D. H. | — | Gußglieder-kessel 19 qm | Schwerkraft |
| 15 | 1902 | Merxhausen in Hessen | Landeshospital | 1 | 46 | N. D. H. | — | 1 schmiedeis. Siederohrkess. | Schwerkraft |

tafel.

**Apparatebetrieb sowie Kosten der hierzu benötigten technischen Anlagen in ausgeführten der Neuzeit.**

des Verfassers bzw. Schätzungen nach den Mittelwerten der aufgezeichneten Kurvenblätter.

| tilation | | Maxim. Wärmebedarf p. Std. einschl. Verluste | | | | | Kosten | | | Ausgeführt von der Firma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cbm/Std. | Temperaturgrenzen | Heizung WE/Std. | Ventilation WE/Std. | Warmwasserbereitung WE/Std. | Apparate WE/Std. | Gesamt-WE/Std. | Gesamt M. | pro Krankenbett M. | pro WE Pf. | |
| 1786 | — 5° C | 40 490 | 13 400 | — | — | (56 000) | 3298 Heizung | 330,— | 8,10 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 57 300 | — | Badeofen Kuchenherd | — | (75 000) | 4600 Heizung | 460,— | 8,00 | Emil Kelling |
| — | — | 96 500 | — | 16 000 zentral. | — | 112 500 | 8600 Heizung + 1200 W.-W.-Ber. | 750,— | 8,70 | Emil Kelling |
| 1490 | — 5° C | 48 870 | 11 100 | — | — | (72 000) | 3335 Heizung | 185,— | 6,81 | Rud. Otto Meyer |
| 1130 | — 5° C | 59 450 | 8 470 | 27 000 | — | 94 920 | 5840 | 325,— | 6,17 | Rud. Otto Meyer |
| 2750 | — | 91 700 | 950 | | — | 92 700 | 6550 | 345,— | 7,07 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 56 000 | — | durch besondere Kesselanlage vom Hauptgebäude | | (80000) | 5040 Heizung | 252,— | 9,00 | Emil Kelling |
| 1600 | ± 0° C | 99 000 | — | 25 000 | — | 124 000 | 10 350 | 517,50 | 8,35 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 56 000 | — | — | | (89 000) | 6240 Heizung | 284,— | 11,15 | H. Recknagel |
| 1275 | — 5° C | 75 000 | 10 000 | 30 000 | — | 115 000 | 5400 Heizung u. Ventilation + 1600 Warmw. | 318,— | 6,10 | H. Recknagel |
| 3322 | — 10° C | 93 000 | 30 000 | 75 000 | – | 198 000 | 9004 Heizung u. Ventilation + 1700 Warmw. | 357,— | 5,40 | Jhs. Haag |
| — | — | 106 500 | — | 21 500 | 15 000 | 143 000 | 7900 Heizung + 1500 Warmw. + 2000 Apparate | 356,— | 7,98 | Emil Kelling |
| 2500 | — 5° C | 97 000 | 19 000 | 40 000 | — | 156 000 | 10 350 Heizung u. Ventilation + 1444 Warmw. | 347,— | 7,54 | H. Recknagel |
| 3350 | — 5° C | 110 000 | 21 000 | 21 000 | — | 152 000 | 8450 Heizung u. Ventilation + 1410 Warmw. | 250,— | 6,50 | H. Recknagel |
| 3072 | — 1° C | 160 000 | 18 400 | (40 000) | – | (218400) | 6670 Heizung | 145,— | 4,17 | Rud. Otto Meyer |

| Nr | Jahr | Ort | Bezeichnung | Zahl der Häuser | Kranken-betten | Heizung | | | Ven |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | System in den Gebäuden | Fern-leitung | Kesselanlage | System |
| 16 | 1902 | Husum | Krankenhaus | 1 | 50 | N. D H. | — | 1 Strebelkessel für Heizung | Zuluftöffnun nischen de |
| 17 | 1901/02 | Sorge (Harz) | Heilstätte | 1 | 54 | N. D. H | — | 3 Strebelkessel à 15,5 qm | — |
| 18 | | Barden-berg | Krankenhaus der Wurm-knappschaft | 1 | 55 | N. D H W. W. H. | — | Siederohr-Flammrohr-kessel | Schwerkraft |
| 19 | 1908 | Königs-berg | Augenklinik d. Universität | 1 | 57 | W. W. H. | — | — | Abluft |
| 20 | | Neheim | St. Johannes-Hospital | 1 | 60 | N. D. H. | — | 2 Gußgliederkessel, 1 schmiedeiserner Röhrenkessel | Abluft nur für 20 Betten |
| 21 | 1904 | Göttingen | Augenklinik d. Universität | 1 | 60 | W. W. H. | — | 3 Strebelkessel à 14 qm | Schwerkraft |
| 22 | 1904 | Idstein i. T. | Idiotenanstalt | 1 | 62 | N. D. H. | — | 3 Strebelkessel à 11 qm | Fensterlüftg. |
| 23 | 1897 | Gera | Krankenhaus | 4 | 60 | N. D. H. | H. D. D. | 2 Cornwallkess. à 50 qm | Fensterlüftg |
| 24 | 1908/09 | Immen-stadt | Krankenhaus | 1 | 65 | W. W. H. N. D. H. | — | — | Abluft |
| 25 | 1893 1906 | Sonder-burg | Kreiskranken-haus | 2 | 67 | W. W. H. N. D. H. | N. D. D. | 2 Strebelk. à 11 qm 1 Strebelk. 17,5 qm | Abluft |
| 26 | | Wörgl | Krankenhaus | 1 | 70 | N. D. H | — | Gußgliederkess. 10 qm | Fensterlüftg. |
| 27 | 1910 | Kreuz-nach | Krankenhaus | 1 | 70 | N. D. H. | — | — | Abluft |
| 28 | | Altena i. W. | Johanniter-krankenhaus | 1 | 70 | N. D. H. | — | 2 Flammrohrröhren-kessel à 25 qm u. 15 qm für Warm-wasserbereitung | Aspiration |
| 29 | 1907 | Torgau | Städtisches Krankenhaus | 2 | 76 | N. D. H. | N. D. D. | — | Schwerkraft |
| 30 | 1905 | Cux-haven | Kinderheilstätte, Nordheimstiftg. | 1 | 80 | N. D. H. | — | 3 Strebelkessel à 17 qm | Fensterlüftg. |
| 31 | 1904 | Bayreuth | Krankenhaus | 3 | 80 | N. D. H. | H. D. D. | — | Pulsion |
| 32 | | München | Augenklinik Dr. Schlösser | 1 | 83 | W. W. H. | — | Gußgliederkess. 28 qm | Fensterlüftg. |

(Fortsetzung).

| ilation cbm/Std. | Temperaturgrenzen | Maxim. Wärmebedarf p. Std. einschl. Verluste: Heizung WE/Std. | Ventilation WE/Std. | Warmwasserbereitung WE/Std. | Apparate WE/Std. | Gesamt-WE/Std. | Kosten: Gesamt M. | pro Krankenbett M. | pro WE Pf. | Ausgeführt von der Firma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| gen i. d. Fenster- Operationssaales | | 108 000 | | (50 000) | | (160 000) | 6800 Heizung | 136,— | 6,30 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 300 000 | | (50 000) | – | (350 000) | 24 000 | 445,— | 6,85 | Rud. Otto Meyer |
| – | — 5° C | 101 000<br>76 500 | 69 500 | (60 000) | — | (307 000) | 25 400 Heizung u. Ventilation | 450, – | 10,30 | Rietschel & Henneberg |
| — | — | 192 200 | (30 000) | (60 000) | — | (282 200) | 18 655 Heizung | 327,— | 9,70 | Emil Kelling |
| 2100 | — | 155 000 | 10 000 | 60 000 | 25 000 | 250 000 | 14 000 | 235,— | 5,60 | Bechem & Post |
| 2800 | — 5° C | 282 000 | 21 000 | (37 000) | — | (340 000) | 23 170 Heizung u. Ventilation | 386, | 7,70 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 168 360 | — | 11 200 | 70 000 | 249 560 | 28 586 | 461, | 11,40 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 320 000 | — | 150 000 | 240 000 | 710 000 | 31 000 ausschl. Kessel | 520,— | 4,37 | Rud. Otto Meyer |
| 5803 | — 10° C | 157 000 | 53 000 | 50 000 | — | 260 000 | 16 875 Heizung u. Ventilation + 3250 Warmw. | 308,— | 7,70 | Jhs. Haag |
| -- | — | 220 280 | — | 110 000 | 81 840 | 412 120 | 29 016 | 433,— | 7,04 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 80 000 | 120 000 | | — | (200 000) | 6000 Heizung | 86,— | 7,50 | H. Recknagel |
| 11 408 | — 10° C | 357 730 | 102 000 | 80 000 | – | 539 730 | 14 045 Heizung + 2532 Warmw. | 237,— | 3,77 | Jhs. Haag |
| 8000 | — 5° C | 250 000 | 60 000 | 18 000 | 22 000 | 370 000 | 25 000 | 375,— | 6,76 | Bechem & Post |
| — | — | 235 000 | 60 000 | (35 000) | — | (330 000) | 17 650 Heizung u. Ventilation + 3000 Warmw. | 271,— | 6,26 | Emil Kelling |
| — | — | 431 800 | | 12 000 | — | 443 800 | 23 975 | 300,— | 5,40 | Rud. Otto Meyer |
| 20 578 | — 10° C | 344 700 | 180 000 | 100 000 | — | 624 700 | 58 672 Heizung u. Ventilation + 3784 Warmw. | 781,— | 10,00 | Jhs. Haag |
| — | — | 142 000 | — | 69 000 | — | 211 000 | 14 790 Heizung + 1800 Warmw. | 200,— | 7,88 | H. Recknagel |

| Nr. | Jahr | Ort | Bezeichnung | Zahl der Häuser | Kranken-betten | Heizung | | | Ven |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | System in den Gebäuden | Fern-leitung | Kesselanlage | System |
| 33 | 1908 | Nowawes | Krankenhaus | 2 | 90 | N. D. H. | N. D. D. | H. D. 2 komb. Cornwallkessel 65 u. 45 qm | Fenster-lüftung |
| 34 | | Borbeck i. W. | Krankenhaus | 1 | 100 | N. D H. | — | Gußglieder-kessel | Direkte Frischluft v. außen. Abluft durch Aspiration mit Heizkörpern |
| 35 | 1907 | Schrimm | Landeskranken- u. Siechenhaus | 1 | 100 | N. D. H. | — | — | Schwerkraft mit Luft-vorwärmung durch Einzel-heizkörper |
| 36 | | München | Psychiatrische Klinik | 1 | 100 | N. D. H. | — | Schmiedeiserne Kessel | Pulsion und Schwerkraft |
| 37 | 1910 | Mürwitz b. Flensb. | Marinelazarett | 3 | 100 | W. W. H. N. D. H. | — | — | Fensterlüftung u. Abluftkanäle |
| 38 | 1908 | Bremen | Vereins-krankenhaus | 1 | 104 | W. W. H. N. D. H. | — | 4 W. W.-Kessel = 80 qm, 1 N. D.-Kessel = 42 qm | Fenster-lüftung |
| 39 | 1902 | Melsungen b. Kassel | Lungenheil-stätte | 3 | 110 | N. D. H. | H. D. D. | 3 Cornwall-kessel | Aspiration |
| 40 | 1905 | Bochum | Provinzial-hebammenlehranst | 3 | 138 | W. W. H. N. D. H. | H. D. D. 2 Atm. | 2 H. D.-Dampfkessel von 65 u. 35 qm | zum Teil Aspiration |
| 41 | 1909 | Pirna | Kranken- und Siechenhaus | 1 | 150 | N. D. H. | — | — | Schwerkraft |
| 42 | | München | Kgl. Augen-klinik | 1 | 150 | W. W. H. | — | Schmiedeis. Kessel: Wasser 120 qm Dampf 90 qm | Pulsion |
| 43 | | Bochum | St. Josephs-Hospital | 1 | 150 | Schnell-umlauf W. W. H. | — | Schmiedeeiserne Sattelkes. f. Heizg.; Dampfkessel mit 0,4 Atm. f. Warmw.-bereitg. u. Apparate | Pulsion |
| 44 | 1903 | Buch bei Berlin | Heilstätte für Brustkranke | 1 | 150 | N. D. H. | H. D. D. an Zentr. „Buch" angeschlos. | H. D. D. | Fenster-lüftung |
| 45 | | Langen-dreer i. W. | Krankenhaus | 5 | 157 | Schnell-umlauf und W. W. H. | Schnell-umlauf f. Haupt- und Mutter-haus | — | Aspiration u. Schwerkraft |
| 46 | 1899 | Bielefeld | Krankenhaus | 4 | 170 | N. D. H. | H. D. D. | 3 Cornwallkessel à 60 qm | Pulsion |
| 47 | 1898 | Ober-kaufungen | Lungenheil-stätte | 2 | 180 | N. D. H. | N. D. D. | 4 Siederohrkess. à 25 qm für Heizg. u. Ventil. | Abluftkanäle u. Tasche-klappen |
| 48 | 1904/07 | Eupen | St. Nikolaus-Hospital | 4 | 186 | N. D. H 0,1—0,2 Atm. Apparate: 0,5 Atm. | H. D. D. 8 Atm. | 2 Kessel = 70 qm | Direkte Luft-zuführung. Aspiration durch Heizk. |

Fortsetzung).

| ation bm/Std. | Tempe-ratur-grenzen | Maxim. Wärmebedarf p. Std. einschl. Verluste: Heizung WE/Std. | Ventilation WE/Std. | Warmwasserbereitung WE/Std. | Apparate WE/Std. | Gesamt WE/Std. | Kosten: Gesamt-M | pro Krankenbett M. | pro WE Pf. | Ausgeführt von der Firma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | 420 000 | 80 000 | 220 000 | 100 000 | 820 000 | 660 000 kupferne Kondensltg. | 730,— | 80,50 | Rud. Otto Meyer |
| 4000 | — | 410 000 | 30 000 | 120 000 | 100 000 | 650 000 | 38 000 | 380,— | 5,85 | Bechem & Post |
| — | — | 225 000 | 85 700 | 28 000 | — | 338 700 | 16 800 Heizung u. Ventilation + 3200 Warmw. | 200,— | 5,92 | Emil Kelling |
| 35 860 | — 10° C | 700 000 | 390 000 | 285 000 | — | 1375000 | 101 400 Heizung u. Ventilation + 15 600 Warmw. | 1170,— | 8,50 | H. Recknagel |
| 315 000 | | 103 000 | 38 000 | 456 000 | — | 697 000 | 25 300 | 253,— | 3,63 | Rietschel & Henneberg |
| 29 600 | — 5° C | 400 000 | 223 000 | 220 000 | 140 000 | 983 000 | 54 000 | 464,30 | 5,50 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 500 000 | 180 000 | 200 000 | 100 000 | 980 000 | 69 000 | 630,— | 7,04 | Rud. Otto Meyer |
| 4800 | ± 0 bis + 10° C | 430 000 | 40 500 | 130 000 | 164 800 | 765 300 | 54 510 | 395,— | 7,13 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 220 000 | 74 000 | 25 000 | — | 319 000 | 15 500 nur f. Heizg. | 103 30 | 7,03 | Emil Kelling |
| 33 000 | — 10° C | 933 000 | 300 000 | 250 000 | — | 1483000 | 85 764 Heizung u. Ventilation + 4910 Warmw. | 600,— | 6,10 | H. Recknagel |
| 11 000 | — 5° C | 690 000 | 90 000 | 240 000 | 100 000 | 1120000 | 55 500 ohne Waschküche | 335,— | 4,95 | Bechem & Post |
| — | — | 600 000 | 50 000 | 400 000 | 400 000 | 1450000 | — | — | — | Projektiert vom St. dt. Bureau f. Heizanlagen in Berlin (Mag.-Baurat Caspar) |
| 9000 | — | 580 000 | 70 000 | 150 000 | 150 000 | 950 000 | 65 000 | im Hauptgebäude 320,— | 6,84 | Bechem & Post |
| 19 000 | — 5° C | 600 000 | 220 000 | 300 000 | 180 000 | 1400000 | 95 000 | 560,— | 6,79 | Rud. Otto Meyer |
| 14 000 | — 20° C | 660 000 | 130 000 | (200000) | (100 000) | (1090 000) | 34 000 nur für Heizung u. Ventilation | 189,— | 4,30 | Rud. Otto Meyer |
| 14 500<br>5 000 | — 5° C<br>— 10° C | 525 000 | 163 000 | 150 000 | 262 000 | 1300000 | 65 000 | 349,50 | 5,00 | Rud. Otto Meyer |

| Nr. | Jahr | Ort | Bezeichnung | Zahl der Häuser | Krankenbetten | Heizung | | | System |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | System in den Gebäuden | Fernleitung | Kesselanlage | |
| 49 | 1910 | Mainkofen | Heil- u. Pflege Anstalt | 9 | 200 | N. D H. | H.D. D. | — | Abluft |
| 50 | 1907 | Kassel | Schwestern- und Krankenhaus „Zum Roten Kreuz“ | 3 | 220 | N. D. H. | N. D. D. | 4 N.D.-Dampfkessel à 40 qm; 1 H.D.-Dampfkessel 15 qm | Fensterlüftung |
| 51 | | Hagen i. W. | Krankenhaus | 2 | 220 | N. D. H. | N. D. D. | Gußgliederkessel; für Apparate: 2 H. D. Dampfkessel 1,5 Atm. | Schwerkra |
| 52 | 1897 | Hamburg | Marienkrankenhaus | 1 | 229 | D. W. W. H. mit Pumpe | — | 3 Kessel à 40 qm | — |
| 53 | | Frankfurt a. M. | Krankenhaus | 7 | 230 | N. D. H. | H D. D. | 5 Cornwallkes. à 70 qm | Aspiratio |
| 54 | 1910 | Fischbachtal | Krankenhaus | 4 | 260 | W. W. H. D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. | — | Abluft |
| 55 | im Bau | Strecknitz | Heil- u. Irrenanstalt | 17 (Zentrale für 500 Betten) | 282 | W. W. H. (i. Wirtsch.-geb. N. D. H.) | W. W. | 2 W. W.-Kessel à 120 qm 2 H. D.-Kes. à 100 qm | Schwerkra Fensterlüf |
| 56 | 1903 | Görlitz | Allgemeines Krankenhaus | 7 | 300 | — | H D. D. | 3 Zweiflammrohrkessel à 61 qm | Schwerkra |
| 57 | 1906 | Schöneberg b. Berlin | Auguste-Viktoria-Krankenhaus | 9 | 328 | D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. | 5 Etagenkessel à 145 qm für Erweiterung ausreichend | Pulsion, Aspiratio |
| 58 | 1902 | Aachen | Städt. Elisabeth-Krankenhaus | 14 | 304 | D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. | 3 kombin. Cornwall-Röhrenkes. à 210 qm | Aspiratio |
| 59 | 1910 | Ulm | Krankenhaus | 2 | 348 | D. W. W. H. N. D. H. | N. D. D. | — | Frischluf durch di Fenster nischen |
| 60 | 1909 | Ludwigshafen a Rh. | Städtisches Krankenhaus | 20 nach vollem Ausbau | 500 | D W. W. H. | H. D. D. 6 Atm. | 3 Zweiflamm rohrkessel | Frischluft du d. Fensternis Abluft u. Entl durch Ventila direkt nach au |
| 61 | 1908 | Essen-Ruhr | Städtische Krankenanst. | 22 | 550 | W. W. H. N. D. H. D. L. H. | W. W. | 3 H. D.-Dampfkessel à 100 qm, 8 Atm. 1 Wasserkessel 120 qm | Pulsion Aspiratio (Aborte) |
| 62 | 1905/06 | Karlsruhe | Städtisches Krankenhaus | 10 | 600 | — | H. D. D. | 5 Zweiflammrohrkessel à 92 qm | — |
| 63 | 1904 | Charlottenburg b Berl. | Krankenhaus Westend | 25 | 660 | N. D. D. | H. D. D. | Zweiflammrohrkess. m. Wellrohr 600 qm | — |
| 64 | 1902 | Groß-Schweidnitz | Irrenanstalt | 25 | 700 | — | H. D. D. | 6 Cornwall-Röhrenkessel à 100 qm | — |
| 65 | 1908 | Rufach | Heil- u. Pflegeanstalt | 31 | 800 | N. D. H. | H. D. D. | | Schwerkra |

(Fortsetzung).

| lation cbm/Std. | Tempe-raturgrenzen | Maxim. Wärmebedarf p. Std. einschl. Verluste: Heizung WE/Std. | Ventilation WE/Std. | Warmwasserbereitung WE/Std. | Apparate WE/Std. | Gesamt-WE/Std. | Kosten: Gesamt M. | pro Krankenbett M. | pro WE Pf. | Ausgeführt von der Firma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 44 542 | — 5° C | 715 700 | 300 000 | 200 000 | (84 300) | (1 300 000) | 71 183 Heizung u. Ventilation + 13 493 Warmwas. u. Badeanl. | 423,— | 6,98 | Jhs. Haag |
| — | — 5° C | 760 000 | (65 000) | 80 000 | 100 000 | 1005000 | — | — | — | Rud. Otto Meyer |
| 8 000 | — 5° C | 545 000 | 68 000 | 180 000 | 135 000 | 928 000 | 42 550 ausschließl. Wasch- und Kochküche | 193,50 | 4,60 | Bechem & Post |
| — | — | 520 000 | | (310000) | | (830000) | 40 000 nur Heizg. | 175,— | 7,70 | Rud. Otto Meyer |
| 28 000 | — 10° C | 900 000 | 400 000 | 500 000 | 500 000 | 2300000 | 140 000 ausschließl. Kessel | 610,— | 6,10 | Rud. Otto Meyer |
| 36 597 | — 5° C | 900 000 | 138 000 | 213 750 | (200000) | (1 452 050) | 107 263 Heizung u. Ventilation + 8500 Warmw. | 444,— | 9,60 | Jhs. Haag |
| 15 000 | — 10° C bis + 10° C | 1500000 | 350 000 | 550 000 | 510 000 | 2910000 | 175 000 ausschließl. Kessel | 610,— | 6,02 | Rud. Otto Meyer |
| — | — 5° C | 1161000 | 540 000 | 261 000 | 140 000 | 2102000 | 135 000 | 450,— | 6,37 | Rietschel & Henneberg |
| 81 000 | — 10° C | 1000000 | 690 000 | 971 000 ausschl. Koch- u. Waschküche | (300000) | 2961000 | 168 000 + 71 300 (Kessel u. Fernleitg.) | 728,— | 8,07 | Rietschel & Henneberg u. Rud Otto Meyer |
| 34 128 | — 5° C | 1096940 | 409 290 | 399 840 | 1425670 | 3331683 | 108 300 Pav. 6—14 + 6300 Fernleitung | 376,— | — | Rietschel & Henneberg u. Rud Otto Meyer |
| 39 238 | — 10° C | 451 330 | 360 000 | 320 000 | — | 771 330 | 57 144 Heizung u. Ventilation + 4300 Warmw. | 176,— | 7,96 | Jhs. Haag |
| — | — | — | — | — | — | 4000000 für vollen Ausbau | 321 400 für 254 Betten vorläuf. | 126,50 | | Gebr. Sulzer |
| | — | 2500000 | (520 000) | 1350000 | 1200000 | 5570000 | — | — | — | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 2450000 | 710 000 | 630 000 | 350 000 | 4140000 | 335 000 | 558,— | 8,10 | Rietschel & Henneberg |
| — | — | — | — | — | — | 6152000 | — | — | — | Fernleitung. Rietschel & Henneberg |
| — | | 1361000 | | 1165700 | 510 000 | 3583000 | 342 000 | 488,— | 9,53 | Rietschel & Henneberg |
| 77 306 | — 10° C | 2332900 | 734 070 | 600 000 | 635 000 | 4301970 | 380 000 | 476,— | 8,83 | Jhs. Haag u. Bechem & Post |

| Nr. | Jahr | Ort | Bezeichnung | Zahl der Häuser | Kranken-betten | Heizung: System in den Gebäuden | Heizung: Fern-leitung | Heizung: Kesselanlage | V: System |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 66a | 1897 | Nürnberg | Allgemeines Städt. Kranken-haus | 30 1. Periode | 761 | D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. 4 Atm. | Heizg.: 6 Flamm-rohrkes. = 510 qm, 4 Atm.; Masch.: 2 Flammrohrkessel 8 Atm. = 66 qm | Schwerkraf mit Aspiratio |
| 66b | Erweitert seit 1897 | Nürnberg | 2. Bauperiode | 34 | 1189 | D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. 4 Atm. Masch. 8 Atm. | Heizg. 603 qm, 4 Atm. Masch. 66 qm, 8 Atm. | Schwerkraf mit Aspira |
| 67 | 1908 | Danzig | Krankenanstalt | 24 | 820 | W. W. H. N. D. H. | W. W. H. D. D. | 6 Cornwallkess. à 100 qm | Pulsion |
| 68 | 1905 | Chemnitz-Altendorf | Landesanstalt | 29 | 850 | — | H. D. D. | 5 Cornwallkess. à 100 qm | — |
| 69 | | Eickel-born | Provinzial-Pflegeanstalt | 15 | 850 | W. W. H. N. D. H. | W. W. H. D. D. | Hochdruck-dampfkessel | Schwerkraf |
| 70 | 1902/06 | Beelitz | Landes-Heilstätten | 41 | 1000 | — | H. D. D. | 8 Zweiflammrohrkes. m. Wellrohr. à 100 qm; 3 Babcock- u. Wilcox-Kessel à 200 qm | — |
| 71 | 1909 | Wiesloch | Landesirrenanstalt Heil- u. Pflegeanst. | 37 | 1100 | — | H. D. D. | 8 Batteriekessel mit Tenbrinkfeuerung, zusammen 844 qm | Frischluft zuführung |
| 72 | 1898/1908 im Ausbau begriffen | Hamburg | Krankenhaus St. Georg | 25 | 1190 | N. D. H. 0,1 Atm., 0,5 f. Appar. | H. D. D. 6 Atm. | 5 Dampfkessel à 220 qm | zum Teil Aspirations-heizkörper |
| 73 | 1909 | Herborn | Heil- und Pflegeanstalt | 40 | 1240 | — | H. D. D. | 5 Zweiwellrohrkessel; zus. 600 qm, 8 Atm. u. Überhitzer 100° C | — |
| 74 | 1911 | München | Neues III. Kranken-haus | 25 | 1300 | W. W. H. | W. W. | — | — |
| 75 | 1900/05 | Buch bei Berlin | III. Irrenanstalt | 25 | 1500 | D. L. H. | H. D. D. | 22 Zweiflammrohrkes. à 120 qm, 4 dito für el. Licht (zusammen mit Nr. 76) | Frischluft heizung |
| 76 | 1904/07 | Buch bei Berlin | Siechenanstalt | 18 | 1500 | D. W. W. H. N. D. H. | H. D. D. | siehe Nr. 75 | Abluft |
| 77 | im Bau | Buch bei Berlin | IV. Irrenanstalt | 33 | 1500 | N. D. D. | H. D. D. | Erweiterung zu Nr. 75 u. 76 | Schwerkra |
| 78 | im Bau | Graz | Landes-Krankenhaus | 28 (ohne Ba-racken) | 1600 | W. W. H. | W. W. | Dampfkessel: 860 qm u. 270 qm Economiser, Warmwasserkessel: 760 qm, Licht-zentrale: 450 PS | — |
| 79 | im Bau | Leipzig | Krankenhaus St. Georg | 13 | 1927 | W. W. H. | W. W. | — | — |
| 80 | wird noch aus-gebaut | Straßburg | Bürgerspital | — | 2200 nach vollem Ausbau | W. W. H. N. D. H. D. L. H. | W. W. H. D. D. | Wasserrohrkessel à 200 qm, 15 Atm., später noch Econo-miser u. Überhitzer. Lichtzentrale | Pulsion, Asp ration mit Ventilatio |
| 81 | 1906 | Berlin | Rud. Virchow-Krankenhaus | 46 | 2000 | W. W. H. N. D. H. D. L. H. | H. D. D. | — | Pulsion und Aspiration n Ventilatore |

(Fortsetzung).

| lation cbm/Std. | Temperaturgrenzen | Maxim. Wärmebedarf p. Std. einschl. Verluste: Heizung WE/Std. | Ventilation WE/Std. | Warmwasserbereitung WE/Std. | Apparate WE/Std. | Gesamt-WE/Std. | Kosten: Gesamt M. | pro Krankenbett M. | pro WE Pf | Ausgeführt von der Firma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Krankensäle pro Bett 75 cbm Einzelzimmer 100 cbm | — 25° C | 2383000 | 1367000 | 1071000 | 438000 | 5259000 | 500000 | 657,— | 9,50 | Rietschel & Henneberg |
| Krankensäle p. Bett 75 cbm Einz.-Zimmer 100 cbm | — 25° C | 3091000 | 1197000 | 1214000 | 470500 | 6572500 | 680000 | 425,— | 10,35 | Rietschel & Henneberg |
| 60000 | — 10° C | 2100000 | 500000 | 2000000 | 250000 | 4850000 | 400000 Heizung, Ventilation u. Warmw. + 60000 Kessel | 560.— | 10,00 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 1836100 | | 1037800 | — | 3223900 | 316019 + 50000 für Kessel | 430.— | 11,38 | Rietschel & Henneberg |
| 32000 | ± 0° C | 2500000 | 160000 | 350000 | 338000 | 3348000 | 247000 | 290,— | 7,37 | Bechem & Post |
| — | — | 6137600 | 3761500 | 1190000 | 1225500 | 12314600 | 853000 | 853,— | 6,93 | Rietschel & Henneberg |
| — | — | 4000000 | (630000) | 1050000 | 520000 | 6200000 | 615000 | 558,— | 9,90 | Rietschel & Henneberg |
| 165300 | — 5° C bis + 10° C | 3296630 | 1362455 | 554000 | 193200 | 5406285 | 304426 | 255,— | 5,63 | Rud. Otto Meyer |
| — | — | 5726000 | 956550 | 1818450 | 466400 | 8967400 | 322000 + 90000 für Kessel | 332,— | 4,60 | Rietschel & Henneberg |
| — | — | — | — | — | — | 13300000 | — | — | — | — |
| — | — 20° C | 12300000 | — | 2500000 | 850000 | 15650000 | — | — | — | Janeck & Vetter |
| — | — | 5450000 | | 2200000 | 1200000 | 8850000 | — | — | — | Projektiert d. d. Städt. Bauamt f. Heizanl. in Berlin (Magistratsbaurat Caspar) |
| — | — 5° C bis + 10° C | 7300000 | | 2500000 | 850000 | 10650000 | — | — | — | |
| — | — | 6700000 | 1900000 | 2100000 | 1400000 + 400000 | 12500000 | 896000 Heizwerk u. Warmw. | 560,— | 8,37 | Wilh. Brückner & Co. |
| — | – | 5584000 | | 2600000 | 3080000 | 11264000 | 174600 Kessel + 445600 Heizung u Ventilation + 156400 Warmw. | 403,— | 9,60 | Emil Kelling |
| — | — | 12083000 | 5250000 | 6600000 | 690000 | 24628000 | — | — | — | Rud. Otto Meyer u. H. Recknagel |
| 75 cbm pro Bett | — 5° C | 7160000 4050000 | 2265000 | 3500000 | 3753000 | 20728000 | — | — | — | Projektiert d. d. städt. Bauamt f. Heizanl. i. Berlin (Magistratsbaurat Caspar) |

ist die außerordentliche Verschiedenartigkeit der Bauweisen. Ein Blick auf die Fig. 4 wird dies bestätigen: hier ist auf Grundlage der voranstehenden Tabellen die Häuserzahl in Abhängigkeit von der Zahl der Krankenbetten graphisch aufgetragen, wobei — wie schon früher gesagt — die Wirt-

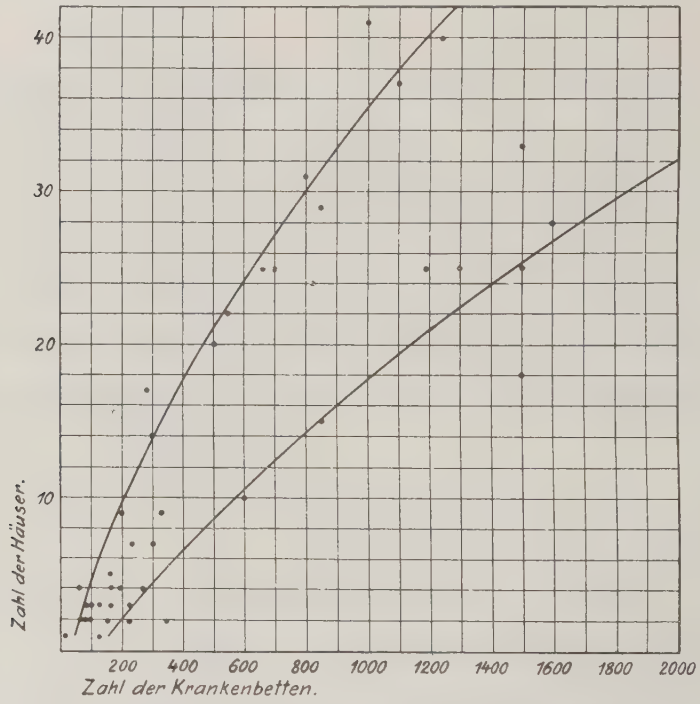



Fig. 4. **Abhängigkeit der Häuserzahl von der Zahl der Krankenbetten.**

schaftsgebäude, Kesselhäuser usw. mit eingerechnet sind. Dabei sind für 37 Krankenhäuser mit nur einem Gebäude lediglich die Punkte für die kleinste und größte Bettenzahl aufgetragen, während alle übrigen Krankenanstalten Punkt für Punkt nach den Tabellen verzeichnet sind. Sämtliche Punkte sind, so gut es ging, durch zwei Kurven gefaßt worden, welche also die Grenzkurven für das innerhalb derselben

liegende Punktgebiet darstellen. Nur ganz wenige Punkte — etwa vier — streuen erheblich nach außen. Danach kann man sagen, daß für die großen Krankenanstalten im Durchschnitt etwa 26 bis 60 Kranke auf je ein Gebäude entfallen. Diese großen Abweichungen rühren eben von der starken Differenziertheit der Bauanlagen her — beispielsweise erfordern Lungenkranke eine weitläufigere Bauanlage als Erholungsheime; ansteckende Kranke sind möglichst in gesonderten Baracken unterzubringen im Gegensatz zu nicht ansteckenden usw. Für die Krankenhäuser unter 300 Betten werden die Unterschiede in der Häuserzahl, wie Fig. 4 lehrt, noch größer, weil hier z. B. schon die Unterbringung der Wirtschaftsräume in getrennten Bauten den Prozentsatz erheblich gegenüber denjenigen Anstalten verschieben kann, die in geringerem Maße über getrennte Wirtschafts- und Nebenabteilungen verfügen. Auch die Trennung der Krankenabteilungen nach Geschlechtern kann hier erhebliche Unterschiede ergeben. Vielfach sind ja die verfügbaren Erstellungskosten und auch die zur Verfügung stehende Grundfläche dafür maßgebend, ob nur eingeschossige oder aber mehrgeschossige Bauten ausgeführt werden, ein Faktor, der ebenfalls für kleine Krankenhäuser erheblichere Unterschiede bedingt als für große Krankenanstalten. Daraus folgt, daß unter sonst gleichen Umständen mit zunehmender Bettenzahl die Häuserzahl bei kleinen Anstalten schneller, bei großen langsamer als proportional wächst. Betrachtet man die beiden in Fig. 4 gekennzeichneten Grenzkurven, und bezeichnet man mit:

$B$ die Anzahl der Krankenbetten,
$H$ die Häuserzahl einschl. der Wirtschaftsgebäude,

so liegt für eine vorgeschriebene Anzahl Krankenbetten die Hauptmasse der Häuserzahl zwischen den Werten:[1])

[1]) Die Gleichungen (1) und (2) sind einfach durch Auflösung der allgemeinen Form

$$B = a + k \cdot H^m$$

nach $H$ entstanden. (Fortsetzung siehe nächste Seite.)

$$H_{min} = \text{Num} \left\{ 0{,}826 \left[ \log (B - 133) - 1{,}43136 \right] \right\} \quad . \; . \; . \qquad (1)$$

und

$$H_{max} = \text{Num} \left\{ 0{,}710 \left[ \log (B - 44) - 0{,}77815 \right] \right\} \quad . \; . \; . \qquad (2)$$

Diese beiden Gleichungen sollen keine Forderungen darstellen, sie sind vielmehr lediglich das analytische Ergebnis der vorliegenden Statistik. Sie haben aber im Rahmen des Themas den Zweck, eine Kontrolle darüber herbeizuführen, ob sich ein bestimmtes, vorgelegtes Projekt innerhalb der normalen Grenzen bewegt, oder ob es bezüglich der technischen Energieversorgung besondere Anforderungen stellt. Z. B. seien für eine Krankenanstalt von 1800 Betten 26 meistens zweigeschossige Gebäude projektiert, so hätte nach Gleichung (1) die Mindesthäuserzahl sein müssen:

$H_{min} = \text{Num} \left\{ 0{,}826 \left[ \log (1800 - 133) - 1{,}43136 \right] \right\} = 30$ Häuser.

Da aber nur 26 Häuser im Projekt vorgesehen sind, so würde also diese Anstalt noch um mehr als 13% hinter dem Mindestmaß der Statistik zurückbleiben. Daraus folgt, daß auch der Energiebedarf und seine Kosten entsprechend klein ausfallen müssen, falls nicht hier selbst wieder außergewöhnliche Ansprüche gestellt werden, die aus der Zweckbestimmung der Anstalt entspringen und danach leicht zu berücksichtigen sind.

---

Aus dieser Gleichung berechnet sich:

$$H^m = \frac{B - a}{k}$$

oder logarithmiert:

$$m \cdot \log H = \log (B - a) - \log k,$$

also

$$\log H = \frac{1}{m} \left[ \log (B - a) - \log k \right],$$

daher

$$H = \text{Num} \left\{ \frac{1}{m} \left[ \log (B - a) - \log k \right] \right\}.$$

Hierin haben gemäß Fig. 4 die Größen $\frac{1}{m}$, $a$ und $k$ die folgenden numerischen Werte:

für die untere Grenzkurve $\frac{1}{m} = 0{,}826$, $a = 133$, $k = 27$ und

für die obere Grenzkurve $\frac{1}{m} = 0{,}710$, $a = 44$, $k = 6$.

Aus den Gleichungen (1) und (2) folgt ferner der geringst mögliche Wert für $H$, nämlich $H = 1$ Haus für $B = 50$ bis 150 Betten, weil für diese Werte die eckigen Klammern gleich Null werden. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Krankenhäuser mit einer geringeren Bettenzahl als 50 sehr unwirtschaftlich in der Unterhaltung sind: diesem Umstande trägt die Gleichung (2) Rechnung, womit nicht gesagt sein soll, daß keine Krankenhäuser mit weniger als 50 Betten gebaut werden dürften.

b) Die Bebauungsfläche.

Im engsten Zusammenhange mit der Häuserzahl steht die Bebauungsfläche. Für mehrstöckige Gebäude sind nach den Angaben der Autoren pro Bett wenigstens 100 qm Baufläche einschließlich der Rasenflächen und Wege zu rechnen. Für nur einstöckige Bauten hat man nach Rubner wenigstens 150 qm zu nehmen.[1]) Für ansteckende Krankheiten geht man auf 200 und mehr qm pro Krankenbett. Stradal[2]) und Grober[3]) stimmen in ihren Angaben mit der gewöhnlich gemachten Annahme überein, daß je mehr Kranke auf einem Gelände untergebracht sind, desto größer die auf das Krankenbett entfallende Grundfläche sein muß. Rechnet man nach Stradal mit folgenden Mindestmaßen:

für 100 Betten 100 qm pro Bett = 10 000 qm Fläche,
» 200 » 130 » » » = 26 000 » »
» 500 » 148 » » » = 74 000 » »
» 600 » 150 » » » = 90 000 » »

so findet man, daß dieser Zusammenstellung eine lineare Gleichung zugrunde liegt, bei der sich für 50 Betten schon die Bebauungsfläche zu Null ergeben würde. Viel besser dürfte daher das von den Stradalschen Angaben nur

[1]) Rubner, Lehrbuch der Hygiene, Verl. Deuticke, Leipzig und Wien. 1907.

[2]) Stradal, siehe Prausnitz, Atlas und Lehrbuch der Hygiene, Lehmanns Verl., München. 1909.

[3]) Grober, Das deutsche Krankenhaus, Verl. Gust. Fischer, Jena. 1911.

unbedeutend abweichende Graphikon Fig. 5 der Wirklichkeit entsprechen, welches besagt, daß die Bebauungsfläche mit einer Potenz der Bettenzahl zunimmt.

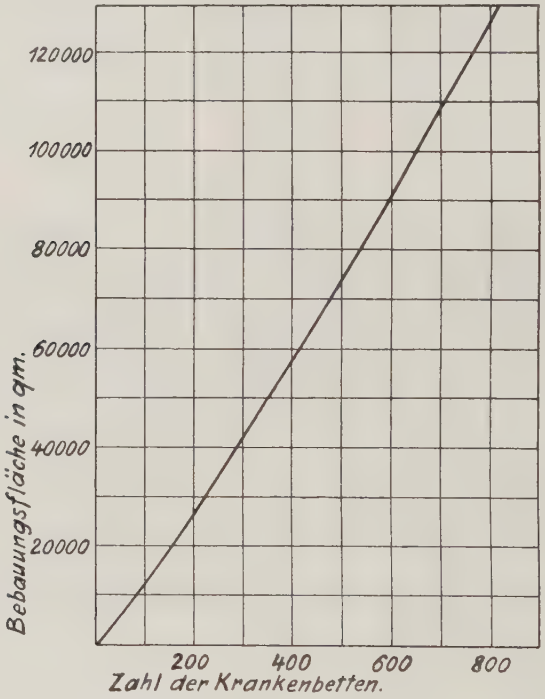



Fig. 5. **Abhängigkeit der Bebauungsfläche von der Bettenzahl.**

## 6. Die Größe des Wärmebedarfes.

### a) Ableitung der analytischen Beziehung zwischen Wärmebedarf und Bettenzahl.

Bei der Wertung der drei grundlegenden Faktoren »Bettenzahl«, »Häuserzahl« und »Bebauungsfläche« für die Größe des Energiebedarfes gehen wir von folgenden Überlegungen aus. Für die absolute Größe des Wärmeenergiebedarfes ist zunächst die Anzahl der Krankenbetten ausschlaggebend. Wir fanden ferner, daß eine gesetzmäßige Steigerung in der Weise

besteht, daß die Bebauungsfläche mit einer Potenz der Bettenzahl zunimmt. Ähnliches muß notwendigerweise auch z. B. von der Beleuchtung, Bewässerung usw. gelten, weil auch hier die Außenflächen in den Bedarf eintreten. Denn diese Größen wachsen naturgemäß proportional der beanspruchten Fläche. Mit der Ausdehnung der Anstalten wachsen ferner erfahrungsgemäß die Wärmeverluste der Räume sowohl als auch der Fernleitungen, wie überhaupt die Leitungsverluste beim Energietransport schneller als die Bettenzahl.

Wenn wir ferner in den graphischen Darstellungen durch die in unregelmäßigen Knicken verlaufenden statistischen Linien die mittleren Kurven hindurchlegen, wie dieses in den Figurentafeln I bis III geschehen ist, so finden wir einen ähnlichen Verlauf dieser mittleren Kurven wie bei der Fig. 5. Man könnte hier vielleicht einwenden: die Kurvenpunkte streuen doch dermaßen stark, daß man mit der gleichen Berechtigung auch gerade Linien als mittlere Kurven ziehen könnte. Das ist auch versucht worden, doch ergeben sich auf diese Weise überall viel schlechtere Annäherungen an die wahren Verhältnisse. Die gezogenen Kurven geben zweifellos das beste Bild von dem mittleren Verlauf[1]) und stellen mit großer Annäherung ein Potenzgesetz dar. Analytisch ausgedrückt, lautet also die gesuchte Beziehung, wenn

$W$ den Wärmeenergiebedarf,
$B$ die Bettenzahl,
$c$ einen Proportionalitätsfaktor,
$n$ einen Exponenten

bedeuten:

$$W = c \cdot B^n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Das heißt: Der Wärmeenergiebedarf wächst proportional einer Potenz der Bettenzahl.

[1]) Es will nach Fig. 1 scheinen, als ob die statistischen Linien des Wärmebedarfes für die Bettenzahlen 32 bis 50 gar zu erheblich unterhalb der mittleren Kurve lägen. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß gerade für diese Krankenanstalten kein Wärmebedarf für den Apparatebetrieb in dem Erhebungsmaterial angegeben war: würde dieser addiert werden, so wäre eine genügende Annäherung an dem mittleren Verlauf erzielt.

Während also der Exponent $n$ die Gesetzmäßigkeit bestimmt, nach welcher der Wärmebedarf zunimmt, ist der Faktor $c$ in der Hauptsache ein Maß für die absolute Größe des Bedarfes.

Durch Auftragung der Kurven in einem logarithmischen Koordinatensystem ergeben sich gerade Linien, was ein Beweis für die Richtigkeit der Gleichung (3) ist. Daß dieses Gesetz ganz allgemein für alle technischen Energieformen Giltigkeit hat, kann zwar mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, muß aber vorläufig unbewiesen bleiben, weil das vorliegende Erhebungsmaterial zu sicheren Schlüssen nicht ausreicht. Schuld an diesem Umstande sind die im Abschnitt II, 3 dargelegten Verhältnisse.

### b) Die Gleichungen des Wärmebedarfes.

Nach den Ausführungen im Abschnitt II 3 a muß der Gesamtwärmebedarf gleich sein der Summe des Wärmebedarfes für Heizung und Ventilation und Warmwasserbereitung und Apparate. Um aber vier Gleichungen von der Form (3) addieren zu können, müssen die Exponenten $n$ einander gleich sein. Dies ist hier in der Tat der Fall, da sich durch logarithmische Aufzeichnung überall $n = 1{,}12$ ermittelte.

Was den noch zu bestimmenden Koeffizienten $c$ anbetrifft, so erkennt man leicht, daß dieser sehr großen Schwankungen unterliegt.

Die folgende Bestimmung der Koeffizienten $c$ geschah nach bekannter Methode durch Aufzeichnung in einem logarithmischen Koordinatensysteme.

Dem maximalen Wärmebedarf für Raumheizung entspricht die so gefundene Beziehung:

$$W_{\text{Heizg.}} = 2000 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.}^{1}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

wenn es sich um Wasser- oder Dampfheizung handelt.

[1]) Die Ableitung der Gleichung (4) ist rein mathematischer Natur. Trägt man in einem logarithmisch geteilten rechtwinkeligen Koordinatensystem auf der x = Achse die log $B$ und auf der y = Achse die log $W$ auf, so erhält man als mittlere Kurve durch

Für Luftheizung gilt natürlich der Koeffizient 2000 in der Gleichung (4) nicht, weil in diesem Falle zu den Wärmeverlusten der Räume noch die Wärmemengen zur Erwärmung der Frischluft hinzukommen. So erklärt sich z. B. das sehr große Wärmeerfordernis für die dritte Irrenanstalt in Buch bei Berlin (Nr. 75), die in den einzelnen Gebäuden Dampfluftheizung besitzt. Dagegen hat wieder die Siechenanstalt in Buch (Nr. 76) mit ebenfalls 1500 Insassen einen sehr geringen Wärmebedarf für Heizung und Ventilation zusammen, wegen der ausnahmsweise geringen Häuserzahl.

Aus der Ausdehnung der Anstalt sowie aus der leichteren oder wärmeren Bauweise wird der sachverständige Techniker stets den Wärmebedarf mit Hilfe der Gleichung (4) unter schätzungsweiser Änderung des Koeffizienten 2000 leicht in zutreffender Größe angeben können. Die reinen Pavillonbauten werden stets den größten Wärmebedarf aufweisen, während das ältere Korridorsystem die wärmste Bauweise darstellt und deshalb den geringsten Wärmebedarf zeigt. Einen Übergang zwischen beiden bildet das heute sehr beliebte sog. gemischte System, das auch bei modernen,

die gefundenen Punkte eine Gerade, welche also der Gleichung genügen muß:

$$\log W = \log c + n \cdot \log B,$$

worin $n$ den Richtungsfaktor als Tangente des Neigungswinkels der Geraden gegen die $x =$ Achse bedeutet, während der Abschnitt auf der $y =$ Achse $\log c$ ist. Die Bestimmung von $c$ erfolgt in der Weise, daß man $B = 1$ setzt, denn dann ergibt sich aus obiger Beziehung: $n \cdot \log B = 0$, also $c = W$. So fand sich für die obige Gleichung (4) der Wert $c = 2000$, und für die folgenden Gleichungen (5) bis (7) ergeben sich die Werte $c = 540, 670, 470$. Unter Einsetzung einer beliebigen Bettenzahl für $B$ berechnen sich also nach der Gleichung (4) die Wärmemengen $W$, die jeweils genau auf den Kurven für den Heizungsbedarf in Fig. 1 bis 3 liegen, was ein Beweis für die Richtigkeit der Beziehung ist. Das gleiche gilt bezüglich der Wärmemengen für Ventilation, Warmwasserbereitung und Apparate. Natürlich stellen die so gefundenen Gleichungen keine Naturgesetze dar; sie sind weiter nichts als das analytische Resultat der vorliegenden Erhebung.

ausgedehnten Krankenanstalten bis zu drei Stockwerke erhält.

Bei den der Statistik zugrunde liegenden Bauten betragen im allgemeinen die Abweichungen des Wärmebedarfes von der mittleren Kurve 30% nach unten und oben. Wenn auch vereinzelt Abweichungen von 50% und mehr zu verzeichnen sind, so kann man doch den Verschiedenheiten derart Rechnung tragen, daß man sagt, der Wärmebedarf für Heizung liegt im allgemeinen zwischen den Grenzwerten:

$$W'_{\text{Heizg.}} = 1540 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad (4\,a)$$

und

$$W''_{\text{Heizg.}} = 2600 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad (4\,b)$$

Betreffs der Ventilation — so sollte man meinen — müßten sich noch am ehesten übereinstimmende Zahlen für den Wärmebedarf angeben lassen. Aber auch hier zeigen sich sehr große Unterschiede. Im Mittel ist der maximale Wärmebedarf für Ventilation:

$$W_{\text{Vent.}} = 540 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

nach dem Ergebnis der Statistik. Man nehme jedoch für normale Neubauten unbedenklich 50% mehr. Denn aus dem vorliegenden Material geht hervor, daß viele Anstalten, darunter auch vereinzelt solche, die zu den größten zählen, überhaupt keine künstlichen Ventilationseinrichtungen haben. Viele sind nur für Ventilation bis zu einer Außentemperatur von — 5° C eingerichtet, während doch der volle Luftwechsel für Krankenanstalten noch bis herab zu — 10° C, für Lungenheilstätten sogar bis — 20° C durchgeführt werden sollte.

Auch wenn gar keine künstlichen Ventilationseinrichtungen vorgesehen werden, so muß doch für Krankenanstalten immer eine größere Wärmemenge in Reserve gestellt werden, die zur Erwärmung der bei ausgiebiger Fensterlüftung in die Krankenräume einströmenden erheblichen Luftmengen dient. Diese Wärmemenge ist durchaus nicht gering, und man wird nicht zuviel vorsehen, wenn man mindestens die Hälfte bis $^2/_3$ der durch Gleichung (5) gegebenen Wärmemenge in einem solchen Falle in Rechnung stellt. Bei verschwenderischer Ver-

wendung der Fensterlüftung kann aber diese Wärmemenge auch auf das Doppelte und darüber ansteigen.

Rechnet man für die vorliegende Statistik wieder mit einer mittleren Abweichung von $\pm$ 30%, so liegt der Wärmebedarf für Lüftung zwischen den Grenzkurven:

$$W'_{\text{Vent.}} = 415 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad (5\,a)$$

und

$$W''_{\text{Vent.}} = 700 \cdot B^{1,12} \text{ WE)Std.} \quad . \quad . \quad . \quad (5\,b)$$

Die für Warmwasserbereitung vorgesehenen Wärmemengen zeigen in den ausgeführten Anlagen ebenfalls ganz erhebliche Schwankungen, die sicherlich zum großen Teil auf die Unkenntnis und Unbestimmtheit des normalen Bedarfes zur Zeit der Projektierung der Anstalten zurückzuführen sind. Im Mittel ist die maximale Wärmemenge für Warmwasserbereitung:

$$W_{\text{Warmwasser}} = 670 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

beziehungsweise man kann sie mit $\pm$ 30% Abweichung in die Grenzwerte einschließen:

$$W'_{\text{Warmwasser}} = 515 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad (6\,a)$$

bis

$$W''_{\text{Warmwasser}} = 870 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad (6\,b)$$

Größere Abweichungen sind nach der Ausdehnung der Badegelegenheit, besonders in Rücksicht auf ein vielleicht anzulegendes größeres Bassin, nach dem erforderlichen Wäschereibetrieb usw. zu schätzen.

Die für den Apparatebetrieb erforderliche maximale Wärmemenge, die gewöhnlich durch die Sommerdampfleitung zu decken ist, ergibt sich zu:

$$W_{\text{App.}} = 470 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Es ist dieses der sog. Wirtschaftsdampf für die Kochküche, Wärmeschränke, Sterilisatoren, Desinfektoren, Trockenapparate, Instrumentenkocher, überhaupt für therapeutische Zwecke usw. Wo jedoch mehr mit Gas gekocht wird, und wo Wärmeschränke, Aspirationsheizkörper u. dgl. — wie es jetzt oft bei Anwendung der Fernwarmwasserheizung geschieht — an die

Zirkulationsleitung für die Warmwasserbereitung angeschlossen werden, da kann natürlich die Apparatedampfleitung kleiner ausgeführt werden. Ja, man kann diese sogar ganz umgehen, sofern es sich um Heil- und Pflegeanstalten ohne ausgesprochenen Krankencharakter handelt, wenn man hier für die Gebrauchszwecke eine geschickte Aufteilung zwischen Gas- und Warmwasserbenutzung vorsieht. In solchen Fällen sind besondere prozentuale Zuschläge zu der Gleichung (6) notwendig.

Der mittlere Bedarf für Apparateheizung kann auch hier wieder zwischen den Grenzkurven

$$W'_{\text{App.}} = 360 \cdot B^{1,12} \text{ WE Std.} \quad . \quad . \quad . \quad (7\,a)$$

und

$$W''_{\text{App.}} = 610 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad (7\,b)$$

eingeschätzt werden.

Die Summe der Wärmeerfordernisse für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Apparate ergibt den Gesamtwärmebedarf für eine Krankenanstalt, der sich demnach im Mittelwert stellt auf:

$$W = (2000 + 540 + 670 + 470)\, B^{1,12}$$

oder

$$W = 3680 \cdot B^{1,12} \text{ WE/Std.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

Diese Wärmemengen muß — falls sie zu irgendeiner Tageszeit gleichzeitig auftreten — die Kesselanlage zu erzeugen imstande sein.

## IV. Schlufsfolgerungen.

Die vorstehend ermittelten Gleichungen 5, 6, 7 und 8 entsprechen genau den in den graphischen Darstellungen Fig. 1 bis 3 gezeichneten mittleren Kurven. Die Resultate sind also Mittelwerte für ideelle Krankenanstalten, um die herum sich die Zahlen für die wirklich ausgeführten Anstalten mit gewissen Abweichungen gruppieren, die nach der Bauart und Zweckbestimmung derselben geschätzt werden müssen und sich durch entsprechende Änderungen des Koef-

fizienten $c$ ergeben. Hin und wieder sind diese Abweichungen sehr groß; sie erklären sich aber teilweise außer durch die schon genannten Umstände auch dadurch, daß viele Anstalten wirklich ungenügend versorgt sind, während wieder für andere der Bedarf überschätzt worden ist, so daß also vielfach die vorhandenen technischen Anlagen entweder zu klein bemessen sind oder aber nicht voll ausgenutzt werden können. Auch diesen ausgesprochenen Mangel in der Praxis zu beseitigen, sollten die vorangegangenen Erhebungen beitragen, indem sie erstens den bisher beschrittenen Mittelweg zeigen und zweitens verhüten, daß in Zukunft größere Abweichungen aus Unkenntnis geschehen, sondern nur auf Grund wohl überlegten Vorgehens vorgenommen werden.

Es ist mir eine am Herzen liegende Pflicht, allen schon in den Zahlentafeln genannten industriellen Firmen und Verwaltungen sowie auch meinem Chef, Herrn städtischen Oberbaurat C. Weber in Nürnberg, für die sachliche Förderung der vorliegenden Arbeit durch die oft mühevolle Zusammenstellung und Überlassung des Erhebungsmateriales meinen ergebensten Dank zum Ausdrucke zu bringen. Besonders zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Professor Dr. C. Neuburg in Erlangen für das stets bekundete wissenschaftliche Interesse am Zustandekommen der Arbeit und für seine wertvollen Ratschläge beim Abschluß des Textes. Herrn städtischen Bauführer Wilhelm in Nürnberg danke ich für die freundliche Hilfe bei der Anfertigung der Zeichnungen.

## Lebenslauf.

Als Sohn des Ingenieurs Hermann Dietz und seiner Ehefrau Marie geb. Metzdorf wurde ich am 20. Juni 1877 zu Sieversdorf in der Mark Brandenburg geboren. Auf die Vornamen Georg L u d w i g getauft, bin ich im evangelisch-lutherischen Glaubensbekenntnis erzogen und besitze die preußische Staatsangehörigkeit. Ich besuchte das Kgl. Realgymnasium in der Kochstraße 66 zu Berlin sowie das Realgymnasium der Franckeschen Stiftungen zu Halle a. S. Letzteres verließ ich 1893 mit der Berechtigung zum einjährig-freiwilligen Heeresdienst, um mich dem technischen Berufe zu widmen. Nach erfolgreicher Praxis bezog ich zu Michaelis 1904 die Kgl. Technische Hochschule Berlin und studierte, nach inzwischen bestandener Reifeprüfung am Kgl. Gymnasium zu Plauen i. Vogtld., an der Kgl. Technischen Hochschule und an der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin im ganzen während acht Semestern. Von 1905 bis 1907 war ich diätarischer Assistent und von 1907 bis 1910 ständiger Assistent an der Prüfungsanstalt für Heizungs- und Lüftungseinrichtungen der Technischen Hochschule Berlin. Von Oktober 1910 bis April 1911 übte ich in Berlin Zivilingenieurtätigkeit aus und trat darauf in meine jetzige Stellung beim Magistrat der Kgl. Bayerischen Stadt Nürnberg als Leiter des städtischen Heizungswesens ein.

Nürnberg, Ostern 1912.

L u d w i g D i e t z.

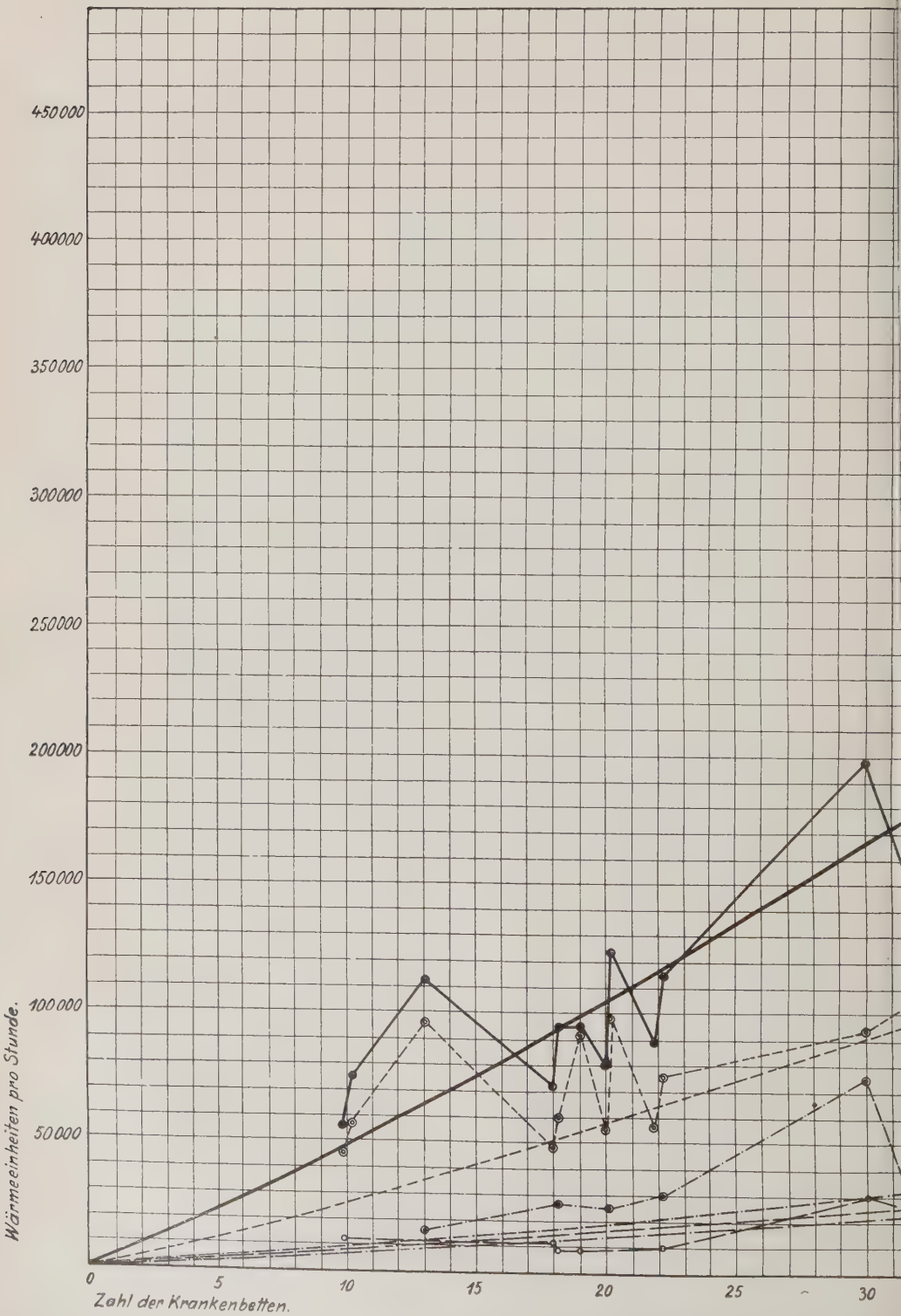
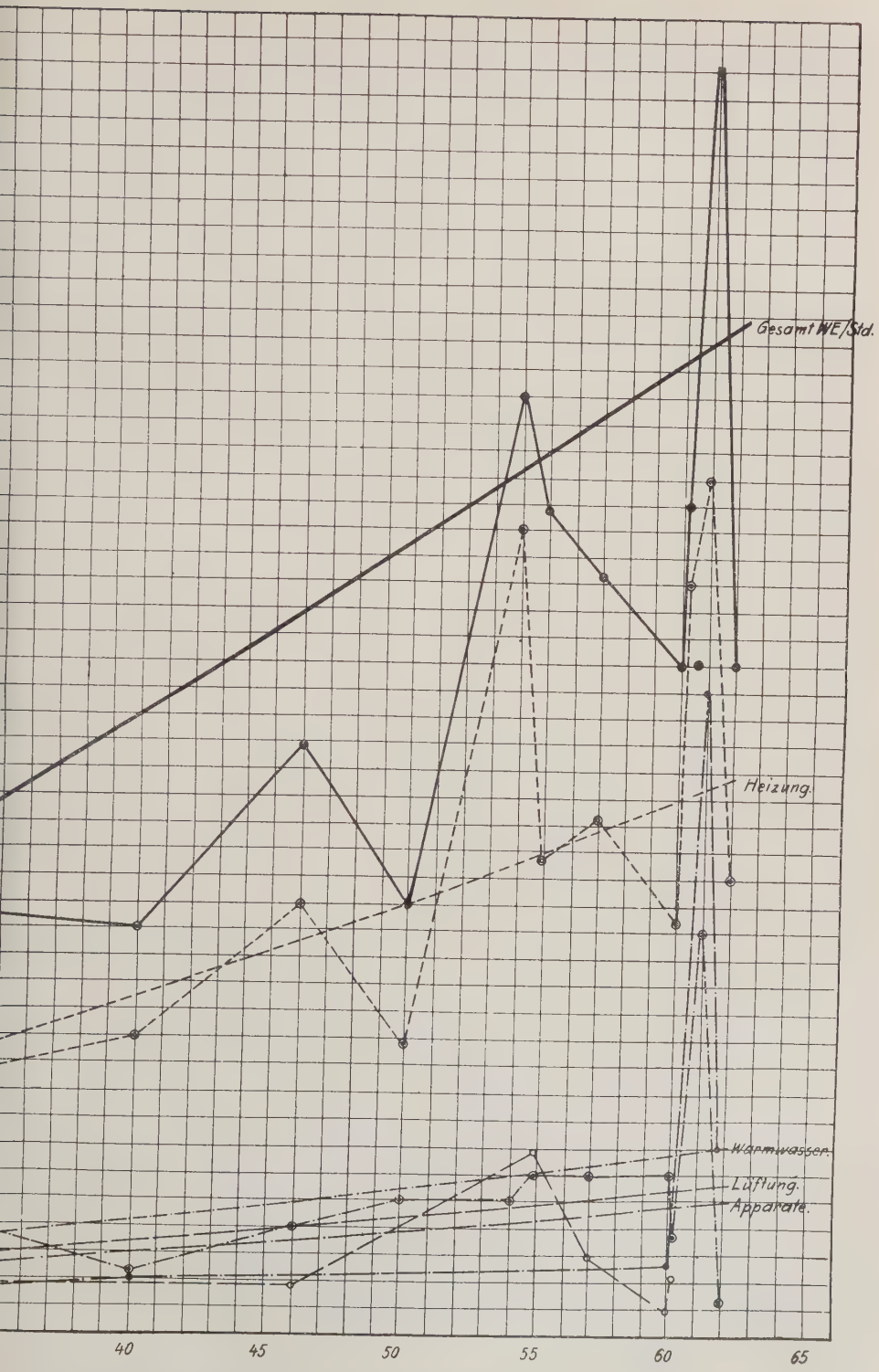



Fig. 1. **Abhängigkeit des stündl. Wärmebedarfes für Heizung, Ventil**




**wasserbereitung und Apparate von der Bettenzahl 10 bis 60.**

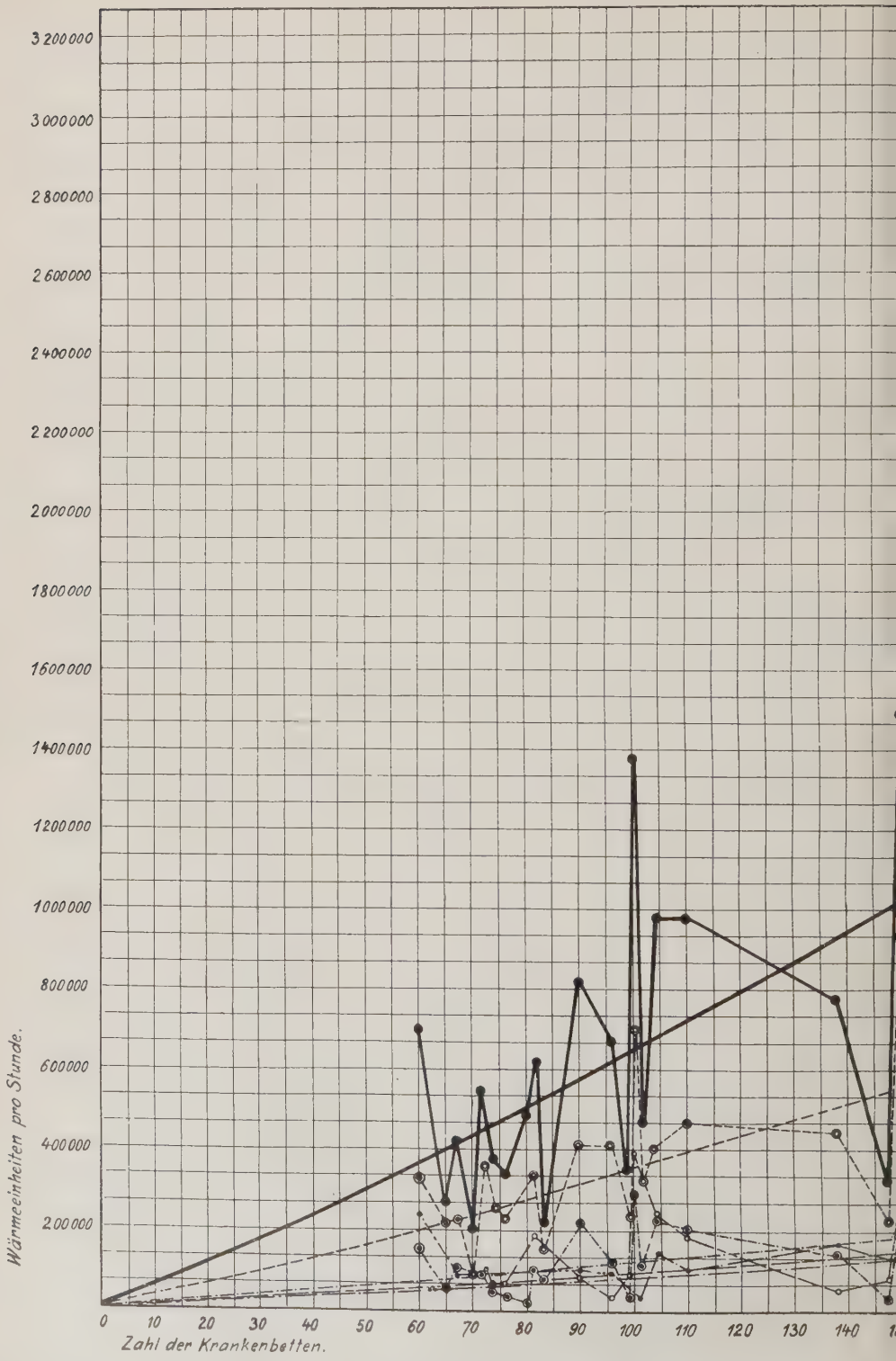
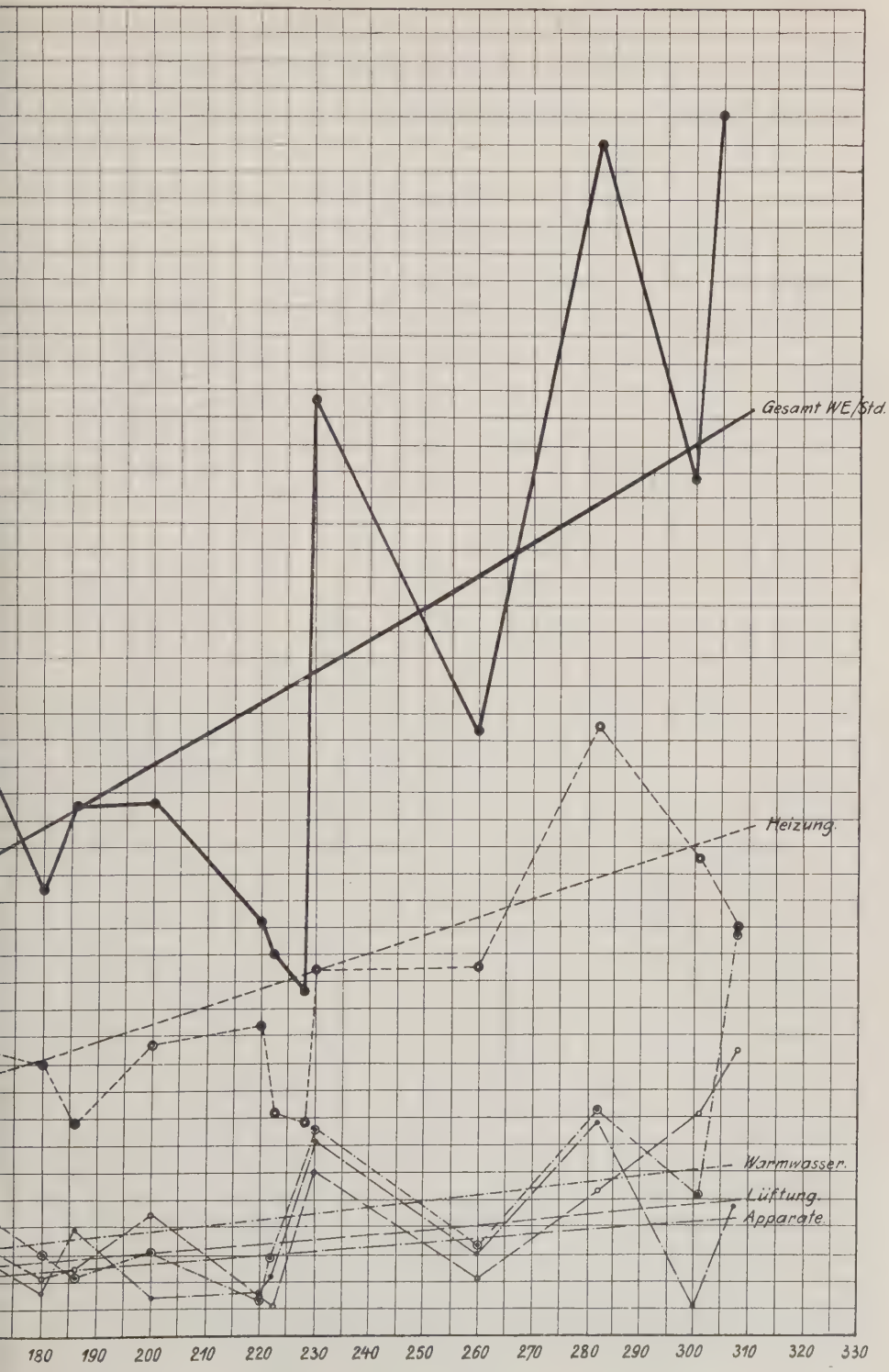



Fig. 2. **Abhängigkeit des stündl. Wärmebedarfes für Heizung, Ven**




vasserbereitung und Apparate von der Bettenzahl 60 bis 300.

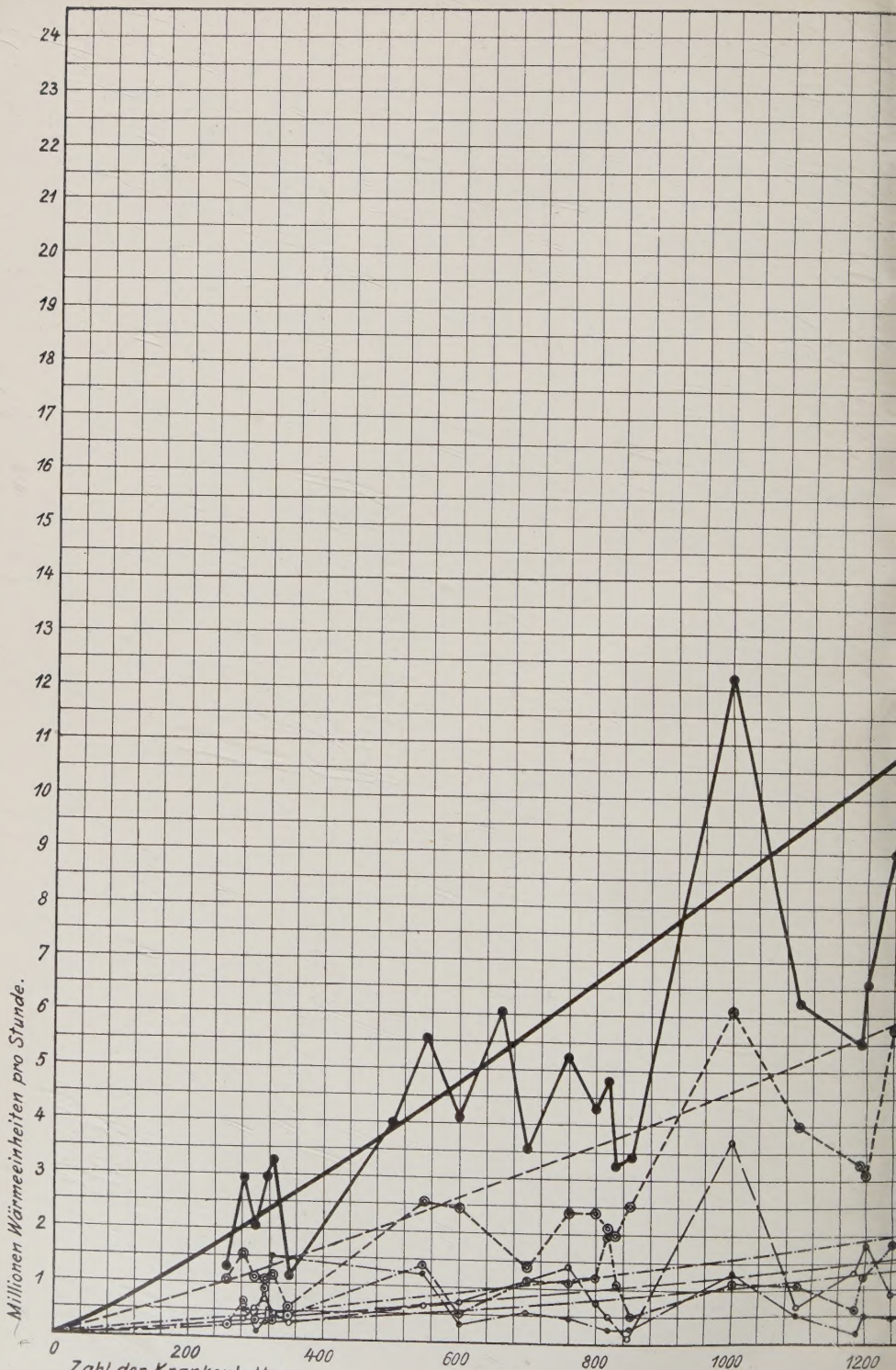
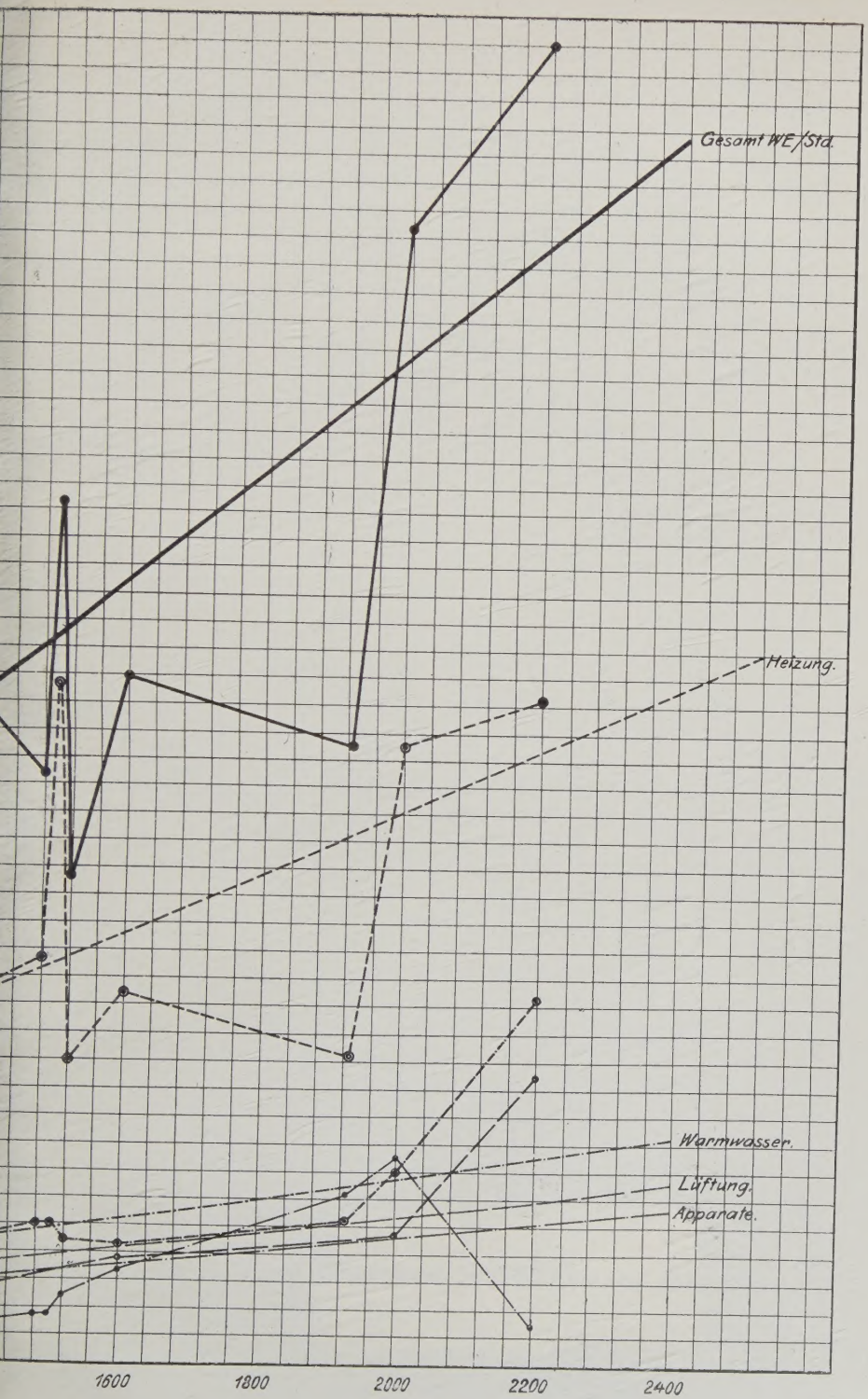



Fig. 3. Abhängigkeit des stündl. Wärmebedarfes für Heizung, Ventil




serbereitung und Apparate von der Bettenzahl 300 bis 2200.